



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO DE *ANASTREPHA FRATERCULUS*,
ANASTREPHA OBLIQUA E *CERATITIS CAPITATA* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) E
CARCTERIZAÇÃO QUÍMICA DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS EM
DIFERENTES FRUTOS HOSPEDEIROS**

por

Liz Pelegrino Blagojevic

Trabalho de Conclusão de Curso

Apresentado ao Instituto de Biologia da
Universidade Federal da Bahia como exigência
para obtenção do grau de Bacharel em Ciências
Biológicas

Orientador (a): Prof. Dra. Iara Sordi Joachim
Bravo

Coorientador (a): Dra. Kelly Barbosa da Silva

Salvador, BA

2023

Data da defesa:

Banca Examinadora

Prof. Dra. Iara Sordi Joachim Bravo
Universidade Federal da Bahia
Orientadora

Prof. Dra. Maria Aparecida Castellani
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dra. Ruth Rufino do Nascimento
Universidade Federal de Alagoas

RESUMO

As moscas-das-frutas (Diptera:Tephritidae) são pragas de elevada importância econômica e afetam em larga escala a fruticultura brasileira. O controle dessa praga tem sido realizado principalmente com inseticidas e iscas tóxicas. A toxicidade desse material e o prejuízo acarretado ao meio ambiente tem levado ao estudo de novas técnicas ecologicamente viáveis e atóxicas de manejo sustentável dessas espécies. As espécies *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha obliqua* e *Ceratitis capitata* são ótimos modelos para estudar o comportamento dessas pragas pois possuem grande importância econômica para o Brasil além de serem consideradas espécies polípagas. De acordo com a hipótese de processamento de informações (HPI), os insetos polípagos possuem uma dificuldade para processar a vasta quantidade de informações no momento da escolha do fruto hospedeiro ideal para o desenvolvimento da prole. Um dos principais fatores responsáveis pela escolha e localização do fruto hospedeiro são as interações mediadas por aleloquímicos. Diante disso, o uso de semioquímicos tem sido uma alternativa promissora no manejo sustentável dessas pragas. Esse projeto tem o objetivo de avaliar o comportamento de oviposição das espécies em relação aos frutos maçã, uva, manga e goiaba, que propiciam diferenças no aporte nutricional fornecido às larvas. Para isso, foram conduzidos experimentos de preferência em seis combinações possíveis e experimentos de aceitação. A partir dos resultados obtidos, foram feitos testes para identificar os compostos voláteis presentes na uva e na goiaba. Essa identificação foi feita através da aeração para coleta desses compostos voláteis e posterior caracterização química no equipamento de Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM). A uva foi o fruto que apresentou o maior percentual de ovos em todas as espécies nos experimentos de preferência, seguida pela goiaba, manga e a maçã. Todos os frutos apresentaram aceitação de oviposição por todas as espécies. Os frutos uva e goiaba, apresentaram uma variabilidade de compostos que compreendem os seguintes grupos: álcools, aldeídos, terpenos e hidrocarbonetos em distintas proporções. Esses compostos, principalmente os terpenos, são citados em trabalhos na literatura envolvidos na comunicação química de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha*. Esses dados podem servir de subsídio para obter compostos que proporcionem opções de manejo ecologicamente viável para pragas.

Palavras-chave: Polifagia; Comportamento de oviposição; Semioquímicos; COVs

ABSTRACT

Fruit flies (Diptera:Tephritidae) are pest of high economic importance and affect Brazilian fruit growing on a large scale. The control of this pest has been carried out mainly with insecticides and toxic baits. The toxicity of this material and the damage caused to the environment has led to the study of new ecologically viable and non-toxic techniques for the sustainable management of these species. The species *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha obliqua* and *Ceratitis capitata* are great models for studying the behavior of these pests as they are of great economic importance to Brazil and they are also considered polyphagous species. According to the information processing hypothesis (IPH), polyphagous insects have difficulty processing the vast amount of information when choosing the ideal host fruit for the development of their offspring. One of the main factors responsible for the choice and location of the host fruit are interactions mediated by allelochemicals. According to this, the use of semiochemicals has been an alternative promising in the sustainable management of these pests. This project aims to evaluate the oviposition behavior of the species in relation to apple, grape, mango and guava fruits, which provides differences in the nutritional supply provided to the larvae. Preference experiments were carried out between fruits in all six possible combinations in addition to acceptance experiments. Based on the results obtained, tests were carried out to identify the volatile compounds present in grapes and guavas. This identification was made through aeration to collect these volatile compounds and subsequent chemical characterization using equipment called Gas Chromatography coupled with Mass Spectrometry (GC-MS). Grapes was the fruit that presented the highest percentage of eggs in all species in preference experiment followed by guava, mango and apple. All fruits showed oviposition acceptance by all species. Grapes and guava fruits presented a variability of compounds of the following groups: alcohol, aldehydes, terpenes and hydrocarbons in different proportions. These compounds, mainly terpenes, are reported in works in the literature involved in chemical communication of fruit flies of the genus *Anastrepha*. These data can serve as an initiation to obtain compounds that provide ecologically viable management option for these pests.

Key-words: Polyphagy; Oviposition behavior; Semiochemicals; VOCs

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Bahia (UFBA) pela oportunidade de realizar o curso de Ciências Biológicas e aos professores e professoras do Instituto de Biologia (IBIO) por todos os ensinamentos.

Ao Laboratório de Ecologia Comportamental de Insetos (LECI) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e ao Laboratório de Entomologia e de Resíduos e Contaminantes do Centro Tecnológico Agropecuário da Bahia (CETAB) pela oportunidade de trabalhar com as moccas-das-frutas e a ecologia química.

À minha orientadora Iara Sordi Joachim Bravo por todo apoio e paciência. Sou eternamente grata por todas as oportunidades e por todos os ensinamentos durante todos esses anos. Sua calma e compreensão com seus alunos são exemplos a serem seguidos. Tenho certeza que tive a oportunidade de ter a melhor orientadora do mundo.

À minha coorientadora Kelly Barbosa da Silva por compartilhar seus conhecimentos e acreditar em mim. Obrigada pela paciência e por todos os ensinamentos dentro e fora da ecologia química. A sua determinação sempre foi motivo de inspiração para mim.

Aos meus pais, Orivaldo e Ilma, em especial à minha mãe por ser o meu alicerce durante toda a minha vida. Obrigada pelo eterno apoio e incentivo aos estudos e por sempre lutar comigo pelos meus sonhos.

Às minhas irmãs Anne e Jamile por se mostrarem sempre como grandes exemplos a serem seguidos.

Aos meus amigos do Laboratório de Ecologia Comportamental de Insetos (LECI): Bianca, Tawan, Carlos, Fabiana, Solange, Laís, Lorena, Artur, Felipe, Paulo e Jaqueline por todo o apoio nos experimentos e por tornarem os meus dias mais leves e sempre engraçados. Agradeço em especial à Bruno e Láiza por terem sido os melhores amigos que eu poderia ter feito nesse período de graduação.

Agradeço a minha colega de laboratório e amiga Jane por ter compartilhado tantos conhecimentos acadêmicos comigo e pelo auxílio na construção desse trabalho de conclusão de curso.

À minha melhor amiga da faculdade Juliana por ter sido meu alicerce durante todos esses anos na faculdade. Eu não teria chegado até aqui sem você.

À minha amiga de infância Emily por estar presente em todos os momentos da minha vida e me encorajar em todos os meus projetos.

Aos doutorandos Alexandre e Fábio por todas as contribuições nos meus projetos e nos momentos da criação em laboratório.

Ao meu namorado, Murilo, por todo apoio durante esse processo e toda a ajuda nos meus experimentos.

Enfim, à todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização desse projeto.

ÍNDICE DAS FIGURAS

- Figura 1** – Danos diretos no fruto da laranja(A) e danos indiretos a goiaba(B).....17
- Figura 2** – Colônias de *Anastrepha obliqua* no Laboratório de Entomologia do Centro Tecnológico Agropecuário da Bahia (CETAB).....20
- Figura 3**– Dispositivo para coletar de ovos de *A. fraterculus*(A); ovos de *C. capitata* dispostos em telas das gaiolas plásticas(B).....21
- Figura 4** – Fêmeas de moscas-das-frutas. A – *Anastrephafraterculus*; B – *Ceratitis capitata*; C – *Anastrepha obliqua*.....22
- Figura 5**– Imagem da polpa do fruto coberta pelo papel alumínio e a espécie *A. obliqua*ovipositando no experimento de preferência de oviposição(A); Lupa estereoscópica utilizada na contagem dos ovos(B);Ovos de *A. fraterculus* na uva (*Vitisvinifera*)(C).....23
- Figura 6**– Sistema de aeração com o fruto da uva (*Vitisvinifera*)(A); Filtro com carvão ativado(B); Polímero adsorvente Tenax/TA (MARKES INTERNATIONAL®)(C); Amostras em recipientes para serem armazenadas no freezer(D).....24
- Figura 7**– Cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massas (CG-EM).....26
- Figura 8**– Comportamento de preferência de oviposição da espécie *Anastrepha obliqua* entre quatro frutos hospedeiros diferentes: Maçã; Goiaba; Uva e Manga.....29

Figura 9 – Comportamento de preferência de oviposição da espécie *Anastrepha fraterculus* entre quatro frutos hospedeiros diferentes: Maçã; Goiaba; Uva e Manga.....30

Figura 10– Comportamento de preferência de oviposição da espécie *Ceratitis capitata* quatro frutos hospedeiros diferentes: Maçã; Goiaba; Uva e Manga.....31

Figura 11 – Comportamento de aceitação entre os frutos hospedeiros maçã, manga, uva e goiaba nas três espécies de estudo: *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha obliqua* e *Ceratitis capitata*. Letras diferentes nas barras representam diferenças estatísticas.....32

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 – Abundância relativa (%) dos compostos orgânicos voláteis presentes nos extratos de uva e goiaba.....	33
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
REVISÃO DE LITERATURA	14
Fruticultura brasileira	14
Importância econômica e distribuição geográfica da família Tephritidae	16
Danos de tefritídeos a frutos hospedeiros	16
Comportamento de oviposição e compostos químicos como mediadores de sinais	18
OBJETIVO	19
METODOLOGIA	20
Manutenção das colônias de <i>Anastrepha fraterculus</i> , <i>Anastrepha obliqua</i> e <i>Ceratitis capitata</i>	20
Bioensaio de oviposição	22
Obtenção dos frutos e coleta dos compostos orgânicos voláteis	24
Caracterização química por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM)	26
Análise dos dados	28
RESULTADOS	29
Comportamento de preferência de oviposição	29
Comportamento de aceitação de oviposição	32
Caracterização química dos compostos orgânicos voláteis	33
DISCUSSÃO	35
CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) constituem um importante grupo de insetos-pragas que ameaçam a fruticultura em todo o mundo devido ao seu elevado impacto econômico representado pela perda de produções e aumento dos custos de monitoramento e controle (Aluja; Mangan, 2008). Apesar de somente as larvas se alimentarem dos frutos (Charlery de la Masselière *et al.*, 2017), os danos causados são provenientes tanto da alimentação das larvas quanto da oviposição das fêmeas (Salles, 1995). Essas larvas, ao se alimentarem do fruto, formam galerias e prejudicam a sua qualidade devido a drástica redução da polpa, tornando-o impróprio para consumo e comercialização, além de provocar a queda prematura desses frutos hospedeiros (Uchôa-Fernandes, 2012). Além disso, a inserção do ovipositor no fruto hospedeiro ocasiona perfurações na região denominada epicarpo, formando portas de acesso capazes de gerar infestações secundária de microorganismos patógenos e decompositores (Lorscheiter *et al.*, 2012).

A família Tephritidae apresenta espécies que possuem restrições quarentenárias e representam o maior obstáculo no comércio internacional, dificultando a livre comercialização dos frutos *in natura* (Bomfim; Uchôa-Fernandes; Bragança, 2007). No Brasil, os gêneros de maior importância econômica são *Ceratitidis* e *Anastrepha* e fazem parte do grupo de tefritídeos que apresentam elevado grau de polifagia (Zucchi, 2000). *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), uma das principais pragas agrícolas, apresenta uma ampla distribuição, é nativa das Américas e é encontrada desde o Sul do Texas (EUA) até o sul da América do Sul (Aluja, 1994). Assim como *A. fraterculus*, a espécie *Anastrepha obliqua* (Macquart) também é nativa das Américas, sendo encontrada em regiões do México e em regiões do Centro e do Sul do continente americano, com exceção da Argentina, Chile, Bolívia e Uruguai (EPPO, 2023a). *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) é a única representante do gênero presente no território brasileiro. Nativa do continente africano, é uma das espécies que possuem maior distribuição mundial, com registro de ocorrências na América, Ásia, Europa e Oceania (EPPO, 2023b).

Esses insetos fitófagos podem apresentar diferentes graus de especialização. Existem as espécies monófagas, que se desenvolvem em apenas uma planta hospedeira e as espécies polífagas, capazes de se desenvolver em uma vasta gama

de hospedeiros de diferentes famílias (Hafsi *et al.*, 2016). Os tefritídeos apresentam uma elevada frequência de espécies polífagas, também denominadas generalistas, em relação a outros insetos fitófagos. Esse grau de especialização pode ser vantajoso a longo prazo tendo em vista que a diversidade de hospedeiros propicia a sobrevivência da espécie em caso de mudanças na flora do ambiente (Charlery de la Masselière *et al.*, 2017). Apesar disso, as espécies especialistas ainda são predominantes em relação às generalistas (Janz; Nylin, 1997).

Uma das principais hipóteses capazes de explicar esses altos níveis de polifagia é a de que esses insetos costumam atacar hospedeiros considerados atóxicos enquanto que outros herbívoros costumam atacar plantas que, no seu processo de adaptação, desenvolveram mecanismos de defesa agressivos contra essas espécies (Clarke, 2017). Os insetos fitófagos também possuem uma menor capacidade seletiva, que pode ser explicada através de uma provável diversidade reduzida de receptores do que as especialistas (Bernays, 2001). As vantagens dos especialistas é que, com escolhas mais restritas, eles são capazes de realizar o comportamento de oviposição com maior acurácia (Janz; Nylin, 1997) ao passo que espécies generalistas necessitam avaliar um maior número de plantas hospedeiras, realizando julgamentos que podem ser, algumas vezes, equivocados (Bernays, 2001). De acordo com a Hipótese do Processamento de Informações (HPI), os insetos herbívoros considerados especialistas costumam tomar decisões associadas ao hospedeiro de forma mais efetiva em relação a escolha do fruto que propicia melhor desenvolvimento da prole do que os insetos considerados generalistas (Janz; Nylin, 1997).

A escolha do sítio de oviposição em frutos hospedeiros capazes de propiciar um bom desenvolvimento da prole não é uma tarefa fácil para fêmeas polífagas (Janz, 2003). Ao contrário dos adultos, as larvas não possuem uma elevada mobilidade (Janz, 2003) e o seu desenvolvimento e sobrevivência dependem diretamente do aporte nutricional disponível no hospedeiro escolhido pelas fêmeas (Wetzel *et al.*, 2016). Sendo assim, a disponibilidade de nutrientes, o nível de competição, a exposição a elementos e inimigos naturais em que essas larvas estão inseridas, fica sob responsabilidade dos parentais (MAYHEW, 1997). Pouco se sabe sobre fatores que influenciam na escolha do substrato de oviposição e como experiências prévias podem influenciar o processo de seleção do hospedeiro, entretanto, a oviposição é acompanhada por uma sequência de comportamentos e a chegada ao fruto ocorre muitas vezes através de estímulos químicos e visuais (Aluja, 1994).

Segundo Singer (1986), a preferência é caracterizada como a probabilidade relativa de aceitação de hospedeiros que são encontrados. Já aceitabilidade é um termo utilizado para descrever a probabilidade de um hospedeiro ser aceito caso seja encontrado. Os aspectos comportamentais associados a essa escolha são muito importantes para compreensão da interação entre inseto e planta (Joachim-Bravo *et al.*, 2001).

A produção e detecção de sinais químicos são muito importantes nas interações comportamentais dos tefritídeos (Scolari *et al.*, 2021). Os semioquímicos são responsáveis por mediar uma série de processos comportamentais como localização de parceiros sexuais, presença de predadores, fonte de alimentação e hospedeiros para a oviposição (Shani, 2000). Para desenvolver essas funções, os insetos utilizam os compostos químicos voláteis (Scolari *et al.*, 2021), envolvidos nessa comunicação através da detecção de estímulos por neurônios sensoriais no sistema olfatório das antenas dos insetos (Hansson; Stensmyr, 2011). No caso do comportamento de oviposição, os aleloquímicos, substâncias que envolvem interações químicas interespecíficas, são os principais responsáveis pela comunicação entre o inseto e a planta (Zarbin, 2001).

O uso dos semiquímicos no manejo integrado dessas pragas podem ser uma excelente alternativa ao uso indiscriminado dos produtos fitossanitários tóxicos atualmente utilizados. Além da resistência das pragas aos produtos químicos, o uso desses inseticidas causam efeitos tóxicos ao homem e aos animais além de diversos malefícios ao meio ambiente (Thomazini, 2009). Os semioquímicos são atóxicos, agem em baixas concentrações, se auto degradam e não poluem o meio ambiente e podem proporcionar uma alternativa ecologicamente sustentável no controle desses insetos-pragas (Goulart *et al.*, 2015).

Desde forma, o objetivo desse trabalho foi analisar o comportamento de preferência e de aceitação da oviposição de três espécies de moscas-das-frutas entre quatro frutos hospedeiros diferentes. Além disso, através dos resultados de oviposição e com o intuito de entender melhor a escolha dos frutos hospedeiros foi feita uma caracterização dos compostos orgânicos voláteis dos frutos hospedeiros que apresentam uma maior preferência.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fruticultura brasileira

O Brasil ocupa a terceira posição do *ranking* dos maiores produtores de frutas do mundo, com uma produção de 40 milhões de toneladas (Andrade, 2020). A fruticultura corresponde a cerca de 25% do valor da produção agrícola nacional, sendo hoje um dos segmentos mais importantes da agricultura brasileira (Lacerda; Lacerda; Assis, 2004). A China, Índia e Brasil são os três maiores produtores e juntos são responsáveis por 45,9% da produção mundial. No entanto, a participação do Brasil no mercado internacional ainda é pouco relevante e sua produção é destinada principalmente ao mercado interno (Andrade, 2020). Segundo a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados – ABRAFRUTAS, apenas 3% da produção nacional é exportada.

A laranja, a banana e o abacaxi são algumas das principais frutas produzidas no Brasil e correspondem a, respectivamente, 41,5%, 16,5% e 7,6% do volume total da fruticultura brasileira. Juntas, contribuem para 65,6% da produção obtida pela fruticultura brasileira (Andrade, 2020). As frutíferas de clima temperado estão distribuídas em 11 dos 26 estados brasileiros. O Rio Grande do Sul é responsável por aproximadamente 49,3% da produção total do Brasil, seguido de Santa Catarina (23,2%), São Paulo (10,3%), Paraná (6,2%), Pernambuco (5,3%), Bahia (3,0%) e Minas Gerais (1,8%) (Fachinello *et al.*, 2011). Ainda segundo Fachinello *et al.* (2011), além do comércio interno das frutas produzidas, a fruticultura também participa da economia no âmbito social, responsável pela geração de emprego e renda para 5,6 milhões de pessoas, abrangendo 27% do total da mão de obra agrícola do país.

De acordo com Andrade (2020), os principais fatores responsáveis pelo cenário de grande importância da fruticultura no agronegócio brasileiro são a extensão territorial do país, posição geográfica e condições de clima e solo privilegiadas no país. Essa facilidade de produção de espécies frutíferas durante todo o ano é uma importante vantagem no mercado externo (Costa, 2016). Apesar das vantagens, alguns fatores externos influenciam na evidência do país nesse mercado internacional. A combinação de fatores como barreiras comerciais e fitossanitárias impostas aos produtos brasileiros e as deficiências organizacionais da produção e comercialização são responsáveis pela fraca performance no meio internacional (Lacerda; Lacerda; Assis, 2004). No caso dos frutos *in natura*, as preocupações são redobradas. Um lote infectado é capaz de gerar uma perda

de milhões de gastos realizados para erradicação de pragas e doenças em diversos países (Faveret Filho; Ormond; Paula, 1999).

Segundo Buainain e Batalha (2007), a fruticultura brasileira sempre enfrentou desafios na pesquisa para desenvolver variedades de frutas mais resistentes a pragas e doenças e que possuam características capazes de ultrapassar as barreiras quarentenárias impostas pelos mercados importadores. Entretanto, com o suporte da pesquisa agropecuária e o empenho de fruticultores (Andrade, 2020) a adoção de novas tecnologias de manejo e proteção das plantas possibilitam o desenvolvimento de cultivares mais resistentes a pragas e doenças, afetando positivamente a qualidade da produção nacional de frutos e abrindo espaço para novos mercados (Silva, 2019).

2.2 Importância econômica e distribuição geográfica da família Tephritidae

A família Tephritidae inclui numerosas pragas de frutos e vegetais e é composta por aproximadamente 4,448 espécies distribuídas entre 484 gêneros (Norrbom, 2004) dos quais quatro deles são considerados de elevada importância econômica para o território brasileiro: *Anastrepha* (Schiner, 1868), *Rhagoletis* (Loew, 1862), *Bactrocera* (Macquart, 1835), *Ceratitis* (MacLeay, 1829). Com uma ampla distribuição geográfica, esses insetos ocorrem desde regiões temperadas até tropicais, com exceção de áreas desérticas e árticas devido à escassez da vida vegetal (Smith-Caldas *et al.*, 2001). A presença dessas pragas resulta em limitações comerciais quarentenárias impostas por outros países importadores que não apresentam ou que já erradicaram essas pragas em seu território (Malavasi; Zucchi, 2000), além de causar danos diretos aos produtos.

O gênero *Anastrepha*, restrito ao continente americano, possui uma elevada importância econômica com um total de cerca de 235 espécies descritas (Uchôa-Fernandes; Nicácio, 2010). No Brasil, as espécies que possuem relevância para o país são: *Anastrepha striata* (Schiner), *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha grandis* (Macquart), *Anastrepha pseudoparallela* (Loew) e *Anastrepha zenildae* (Zucchi) (Zucchi, 2007).

Ceratitis é um gênero composto por aproximadamente 65 espécies, encontradas principalmente na África tropical (Rohde *et al.*, 2010) e possui uma das pragas de maior relevância econômica em todo o mundo (White; Harris, 1992). A espécie *Ceratitis capitata*, também conhecida como mosca-do-mediterrâneo, possui um elevado potencial de colonização (Fletcher, 1989) e é a única espécie do gênero presente no território brasileiro (Zucchi, 2000).

2.3 Danos de tefritídeos a frutos hospedeiros

Os danos diretos ocasionados aos frutos são provenientes da manutenção do ciclo de vida desses insetos e são causados pelas fêmeas e pelas larvas (Salles, 1995). Durante o processo de inspeção dos frutos para escolha da oviposição, as fêmeas inserem o ovipositor no epicarpo do fruto ocasionando danos diretos como apodrecimento e deformações no fruto, resultando também em queda precoce (Lorscheiter *et al.*, 2012) e danos indiretos devido a perfuração deixar uma porta de entrada para diversos microorganismos patógenos (Santos *et al.*, 2008)(Figura 1). Além disso, o desenvolvimento larval ocasiona uma redução da polpa dos frutos tornando-o impróprio para comercialização (Malavasi; Barros, 1988).

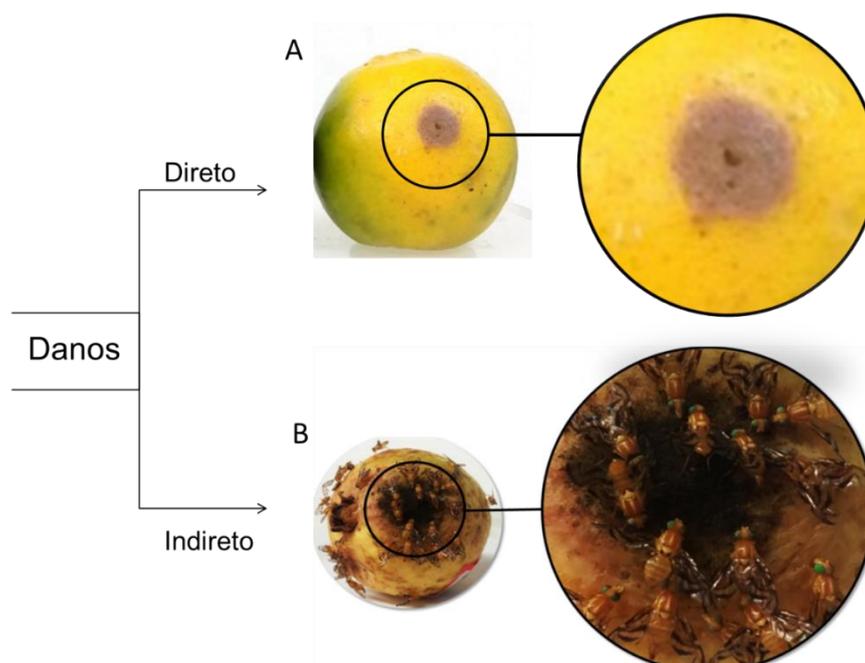


Figura 1 – Danos indiretos no fruto da laranja (A) e danos diretos no fruto da goiaba (B)(Fonte: Adaptado de Aquino, 2019).

2.4 Comportamento de oviposição e semioquímicos

Os insetos holometabólicos dependem do comportamento de oviposição das fêmeas adultas para escolha do fruto hospedeiro que oferece nutriente necessário para a sobrevivência larval, devido a sua baixa mobilidade nesse estágio (Renwick, 1989). A seleção dos frutos hospedeiros para a oviposição é um mecanismo fundamental para a sobrevivência das espécies de moscas-das-frutas pois é essencial para o desenvolvimento da prole, sendo uma tarefa desafiadora para as fêmeas (Janz, 2003).

Esses insetos utilizam uma variedade de modalidades sensoriais para orientarem-se e encontrar os hospedeiros apropriados (Marín-Loaiza; Céspedes, 2007). Segundo Bernays e Chapman (1994), a atração desses insetos pode envolver estímulos visuais e olfativos, entretanto o estímulo olfativo através das antenas dos insetos são um dos mais estudados. A comunicação química pode ter relação com os aspectos comportamentais que desencadeiam essa escolha do fruto hospedeiro, tendo relação com a interação inseto-planta (Joachim-Bravo *et al.*, 2001).

A comunicação química é mediada por sinais químicos denominados de semioquímicos. Reconhecidos por insetos de diversas ordens, o mecanismo de emissão e recepção de semioquímicos permite que insetos possam encontrar local de oviposição, parceiros para o acasalamento, fonte de alimento e entre outras (Zarbin; Rodrigues; Lima, 2009). Os semioquímicos podem mediar interações entre organismos vivos desencadeando respostas comportamentais ou fisiológicas nos organismos receptores e essas interações podem ser classificadas como intraespecíficas (feromônios) e interespecífica (aleloquímicos) (Zarbin, 2001).

As substâncias classificadas como aleloquímicos, responsáveis pela interação entre diferentes organismos, compreende os sinomônios (favorecem organismo emissor e receptor), alomônios (beneficiam somente o organismo emissor) e cairomônio (beneficia somente o organismo receptor) (Zarbin; Rodrigues; Lima, 2009). As substâncias químicas derivadas das plantas, cairomônios, podem atuar em programa de manejo sustentável para essas pragas de moscas-das-frutas (Visser, 1986), evitando maiores danos ao meio ambiente do que os já causados por pesticidas e iscas tóxicas.

3. OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

O estudo teve como objetivo investigar o comportamento de preferência e aceitação da oviposição de três espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) entre quatro frutos hospedeiros diferentes e caracterizar os compostos voláteis dos frutos hospedeiros que apresentam maior preferência.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar por meio de bioensaios o comportamento de preferência da oviposição de três espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha obliqua* e *Ceratitis capitata* entre quatro frutos hospedeiros diferentes: manga (*Mangifera indica*) da variedade Tommy, uva (*Vitis vinifera*) da variedade Thompson, maçã (*Malus domestica*) da variedade gala e goiaba (*Psidium guajava*) da variedade vermelha a fim de verificar se existe uma preferência entre esses frutos e analisar o padrão de comportamento dessas espécies de acordo com a Hipótese de Processamento de Informações.
- b) Avaliar por meio de bioensaios o comportamento de aceitação da oviposição de três espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha obliqua* e *Ceratitis capitata* entre quatro frutos hospedeiros diferentes: manga da variedade Tommy, uva da variedade Thompson, maçã da variedade gala e goiaba da variedade vermelha.
- c) Identificar e quantificar o perfil de compostos orgânicos voláteis presentes no fruto da uva e da goiaba de maior preferência.

4. METODOLOGIA

4.1 Manutenção das colônias de *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha obliqua* e *Ceratitis capitata*

Os experimentos foram realizados com os indivíduos já adaptados, por várias gerações às condições laboratoriais no Centro Tecnológico da Bahia (CETAB). A colônia de *A. fraterculus* foi proveniente de espécimes coletados em campo a partir de frutos da goiaba (*Psidium guajava*) de Vacaria - RS (28° 30' S 50° 55' O). A colônia de *A. obliqua* foi obtida de espécimes coletados no município de Cruz das Almas - BA (12° 40' S 39° 06' O) a partir de mangas infestadas (*Mangifera indica*). E a colônia de *C. capitata* tem sido mantida há mais de 30 anos em laboratório, tendo sido proveniente de frutos da amêndoa (*Terminalia catappa*) coletados na cidade de Ribeirão Preto - SP (21° 10' S 47° 48' O).

Para a manutenção das colônias em laboratório, os espécimes foram acondicionados em gaiolas plásticas (34cm X 22cm X 19,5cm) com água e dieta a base de proteína hidrolisada Biones (BIONIS YE MF®, BIORIGIN) e açúcar (1:3) em ambiente com temperatura de 25°C±1°C, umidade de 60%±10% e fotoperíodo de 12h (Figura 2).



Figura 2 - Colônias de *Anastrepha obliqua* no Laboratório de Entomologia do Centro Tecnológico Agropecuário da Bahia (CETAB).

Para a oviposição das fêmeas das populações de *A. obliqua*, foram oferecidos frutos de manga (*Mangifera indica*) enquanto que nas populações de *A. fraterculus* e *C. capitata*, os ovos foram coletados e dispostos em dietas artificiais. Os ovos de *A. fraterculus* foram coletados através de dispositivos de silicone acoplados na parte superior externa das gaiolas (Figura 3A) enquanto os ovos de *C. capitata* foram coletados somente

através das telas da parte superior da gaiola (Figura 3B), não sendo necessário acoplar dispositivos. Os ovos de ambas as espécies foram dispostos em placas de Petri contendo dietas à base de, respectivamente, farinha de milho e farelo de soja com aveia. A troca dos frutos das gaiolas e as coletas dos ovos foram realizadas duas vezes na semana e ambos foram mantidos sob as mesmas condições de temperatura, umidade e fotoperíodo dos adultos, além de serem avaliados diariamente até a formação das pupas.



Figura 3 – Dispositivo para coletar de ovos de *A. fraterculus* (A); ovos de *C. capitata* dispostos em telas das gaiolas plásticas (B).

4.2 Bioensaio de oviposição

Os experimentos de oviposição foram executados com espécimes de *A. fraterculus*, *A. obliqua* e *C. capitata* (Figura 4) no Laboratório de Ecologia Comportamental de Insetos (LECI) da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Após a emergência dos adultos e alcance da maturidade sexual dos indivíduos, cerca de 10 dias para *A. fraterculus* e *A. obliqua* e 5 dias para *C. capitata*, as fêmeas copuladas foram recolhidas e colocadas em gaiolas ovais (7cm X 11cm X 11cm) contendo água e dieta a base de proteína Biones (BIONIS YE MF®, BIORIGIN) e açúcar (1:3). Foram utilizadas três fêmeas acasaladas para cada réplica e foram realizadas 10 réplicas para cada uma das espécies. Os frutos utilizados foram a manga da variedade Tommy Atkins (*Mangifera indica*), a goiaba vermelha (*Psidium guajava*), a uva Thompson (*Vitis vinifera*) e a maçã Gala (*Malus domestica*) e todos foram adquiridos comercialmente. O corte dos frutos foi padronizado em 3,5cm X 3,5cm, com exceção da uva, e a região exposta das polpas foram cobertas com papel alumínio mantendo somente o epicarpo exposto para oviposição (Figura 5A).

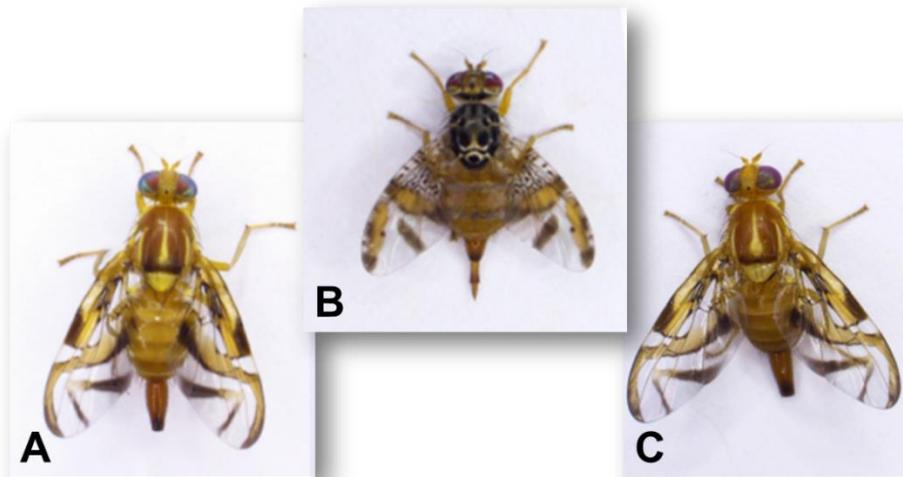


Figura 4 – Fêmeas de moscas-das-frutas. A – *Anastrepha fraterculus*; B – *Ceratitis capitata*; C – *Anastrepha obliqua* (Fonte: Amanda Cardoso)

Dois comportamentos foram avaliados nesse processo: a preferência e a aceitação dos frutos. Para os experimentos de preferência, dois frutos foram dispostos em lados opostos do baleiro, obtendo todas as combinações possíveis: MaçãXUva; MaçãXGoiaba; MaçãXManga; UvaXGoiaba; UvaXManga e MangaXGoiaba. Após 24h, os frutos foram

recolhidos e armazenados, em potes identificados, no refrigerador para impedir eclosão dos ovos. Posteriormente, os ovos foram contabilizados com o auxílio da lupa estereoscópica (Figura 5B e 5C).

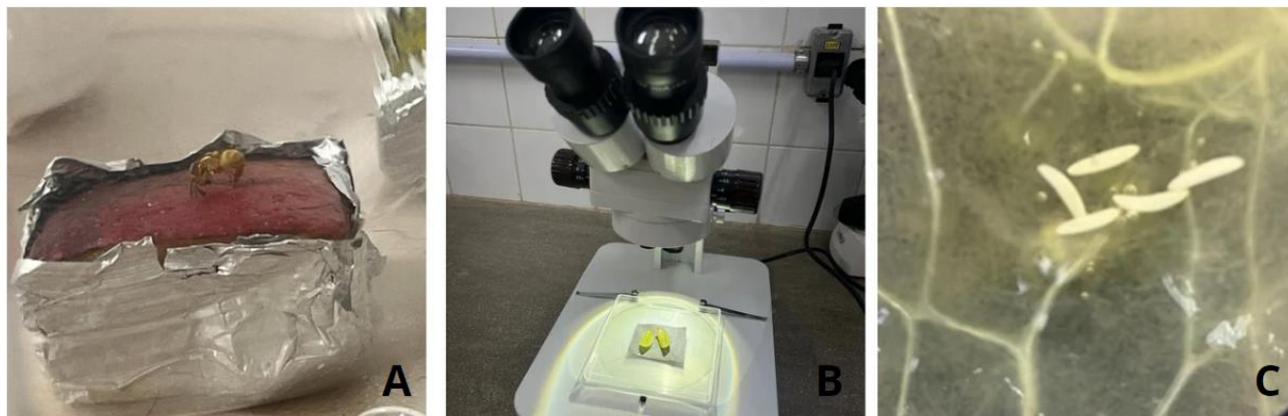


Figura 5 – Imagem da polpa do fruto coberta pelo papel alumínio e a espécie *A. obliqua* ovipositando no experimento de preferência de oviposição (A); Lupa estereoscópica utilizada na contagem dos ovos (B); Ovos de *A. fraterculus* na uva (*Vitis vinifera*) (C)

Os experimentos de aceitação do fruto foram conduzidos sob as mesmas condições. Entretanto, foi disposto somente um fruto por vez no centro das gaiolas. Todas as gaiolas de ambos os experimentos estavam sob as mesmas condições de temperatura, umidade e fotoperíodo das populações da criação e foram realizadas 10 réplicas para cada uma das combinações e para cada fruto separadamente.

4.3 Obtenção dos frutos e coleta dos compostos orgânicos voláteis

De acordo com os bioensaios de oviposição foram selecionados frutos hospedeiros de maior preferência, goiaba e uva, para obtenção dos extratos de voláteis. Para tanto, os frutos sadios utilizados foram obtidos em estabelecimento comercial localizado em Salvador, BA e posteriormente conduzidos para o laboratório de Ecologia Química do Centro Tecnológico Agropecuário da Bahia (CETAB) onde foi realizada a assepsia (água ultrapura), secagem e pesagem. A coleta dos compostos orgânicos voláteis liberados pelos frutos de goiaba e uva foi conduzida através da técnica de aeração também denominada "headspace" dinâmico (Figura 6A) e foram usados aproximadamente 650g de frutos sadios.



Figura 6 - Sistema de aeração com o fruto da uva (*Vitis vinifera*) (A); Filtro com carvão ativado (B); Polímero adsorvente Tenax/TA (MARKES INTERNATIONAL®) (C); Amostras em recipientes para serem armazenadas no freezer (D).

A aeração com cada matriz amostral foi conduzida em recipientes de vidro (capacidade 5 litros) que possuíam duas entradas. A primeira entrada é destinada ao ar comprimido inserido no interior do sistema (cuba de vidro) através de um compressor controlado por bomba de vácuo compressor (MODELO LT25) acoplada a um medidor de fluxo de ar constante (Supelco® 1,0 L/min). Esse ar antes de entrar no sistema é purificado em carvão previamente ativo (Figura 6B).

A segunda entrada do sistema é destinada ao tubo de vidro contendo polímero Tenax/TA (200mg) (MARKES INTERNATIONAL®) (Figura 6C) previamente ativado, conectado ao sistema de vácuo da bomba (MODELO LT25). Ao término do período de 24 horas de duração da aeração, os COV's adsorvidos no polímero Tenax foram dessorvidos

em Hexano grau HPLC pureza de 98% (1mL) e as amostras foram concentradas através de um fluxo de gás Nitrogênio de alta pureza para 0,5mL. Para cada matriz amostral foi conduzida um total de três coletas de COV's, os extratos obtidos foram acondicionadas em freezer para posterior utilização em análise por cromatografia gasosa (Figura 6D). Além dos extratos, foram adquiridos os respectivos brancos: Trap, solvente e sistema de aeração. Essas amostras também foram armazenadas em vials e acondicionadas em freezer.

4.4 Caracterização química por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM)

As análises dos extratos da uva (*Vitis vinifera*) e da goiaba vermelha (*Psidium guajava*) foram realizadas com objetivo de obter perfil de COVs dos frutos de maior preferência de oviposição. As análises foram conduzidas no Centro Tecnológico Agropecuário da Bahia (CETAB) no equipamento de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas CG-EM (MODELO QP2010 PLUS, SHIMADZU®, JAPAN) (Figura 7).



Figura 7 – Cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massas (CG-EM)

Uma alíquota de 1 μ L das amostras foi analisado no CG-EM equipado em fase estacionária, uma coluna capilar HP-5MS (5% - fenilmetilpolissiloxano, 30 m, x 0,25 mm id x 0,25 μ m) (Agilent®, Palo Alto, Califórnia, EUA) e com a fase móvel gás arraste Hélio. As análises cromatográficas foram conduzidas em modo *splitless*, com temperatura do injetor de 250°C e com o forno do cromatógrafo operando nas seguintes condições: Temperatura inicial de 40°C, mantida por 2 minutos e elevada a temperatura a 4°C/min até atingir 230°C, mantendo constante por 4 minutos. Os espectros de massas foram obtidos por impacto de elétrons a 70 eV (EI).

4.5 Identificação e confirmação dos compostos orgânicos voláteis

Para identificação dos compostos foi determinado o Índice de retenção (Kovats) usando tempo de retenção (TR) dos compostos na amostra frente tempo de retenção de uma série homóloga de *n*-alcanos C7-C30 (Sigma-Aldrich) solução a 50 µg/µL analisadas por CG-EM nas mesmas condições das amostras. O Índice de retenção (Kovats) obtido foi comparado com banco de dados do Pherobase feromônio e semioquímico (El-Sayed 2023) e Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST). Foram analisados padrões de fragmentação exibidos nos espectros de massas e comparados aos compostos e os espectros de massas da biblioteca do EM: banco de dados do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST08, NIST08s) para auxiliar à identificação dos compostos encontrados nos extratos.

A confirmação da identidade dos compostos foi realizada através dos padrões comerciais disponíveis. Para isso, foram preparadas soluções em concentrações de 2 a 10 µg/µL e analisados em CG-EM nas mesmas condições das amostras. Posteriormente, foram conduzidas técnicas de coinjeção e sobreposição para confirmação dos compostos adquiridos pela Aldrich Chemical Company (Milwaukee, Wisconsin, EUA).

As áreas dos picos presentes nos cromatogramas (n=3) foram integradas obtendo valor total e seus dados foram usados para determinar as proporções relativas de cada componente no extrato de voláteis dos frutos hospedeiros.

4.6 Análise dos dados

Os dados de preferência de oviposição foram analisados a partir de um Modelo Linear Generalizado com distribuição binomial. O tipo de fruto foi modelado como fator e a proporção de ovos foi considerada como variável resposta. A significância do modelo foi checada a partir do Teste Wald Chi-square type III. Os modelos foram selecionados seguindo o critério de AIC.

A comparação do número de ovos em cada espécie de hospedeiro, também denominado teste de aceitação, foi realizada a partir de um GLM, em que se assumiu a distribuição de Poisson. Neste caso, foi comparado o número de ovos de acordo com o fruto hospedeiro. A significância do modelo foi verificada através de um Teste F e as comparações par a par foram feitas a partir do teste de Tukey, com ajuste de Bonferroni.

Os dados obtidos através da caracterização química foram quantificados através do cálculo da abundância relativa dos componentes no extrato de voláteis dos frutos hospedeiros.

5. RESULTADOS

5.1 Comportamento de preferência de oviposição

As análises estatísticas realizadas evidenciaram uma resposta significativa nas respostas de oviposição por essas espécies polípagas nos experimentos de preferência entre os frutos hospedeiros. Na espécie *A. obliqua*, a uva (*Vitis vinifera*) foi escolhida em todas as combinações em que esteve presente, com diferenças significativas quando confrontadas com a maçã (*Malus domestica*) ($df = 1$; $X^2 = 7.70$; $p = 0.005$) (Figura 8E) e a goiaba (*Psidium guajava*) ($df = 1$; $X^2 = 3.96$; $p = 0.04$) (Figura 8F) e sem diferença estatística quando confrontadas com a manga (*Mangifera indica*) ($df = 1$; $X^2 = 0,61$; $p = 0.43$) (Figura 8B).

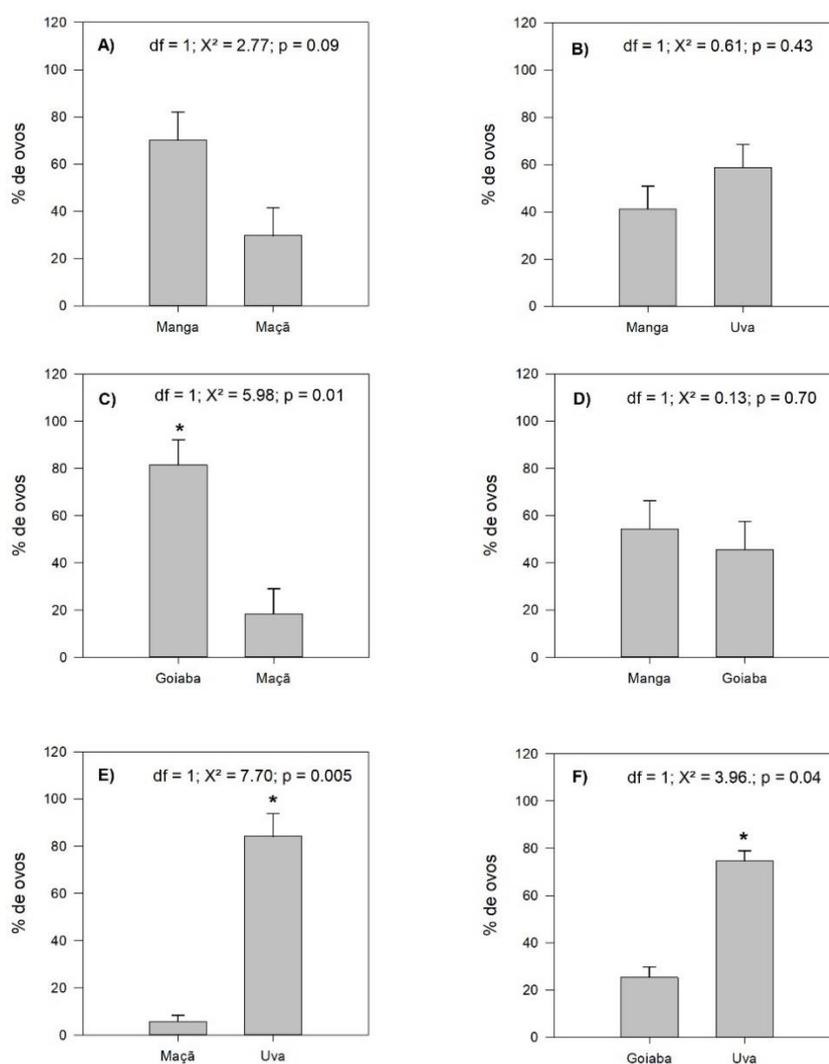


Figura 8 – Comportamento de preferência de oviposição da espécie *Anastrepha obliqua* entre quatro frutos hospedeiros diferentes: Maçã; Goiaba; Uva e Manga.

Ainda para *A. obliqua*, em relação às combinações com frutos hospedeiros que propiciam um bom desenvolvimento dos indivíduos da prole, a manga foi escolhida apesar de não possuir uma diferença significativa entre a goiaba ($df = 1$; $X^2 = 0.13$; $p = 0,70$) (Figura 8D). Já a maçã foi o fruto que apresentou um menor percentual de ovos em relação a todos os frutos, possuindo uma diferença muito mais significativa na goiaba ($df = 1$; $X^2 = 5,96$; $p = 0.01$) (Figura 8C) do que na manga ($df = 1$; $X^2 = 2.77$; $p = 0.09$) (Figura 8A).

A espécie *A. fraterculus* apresentou resultados semelhantes em relação a uva entretando, apresentou diferenças significativas em todas as combinações: Goiaba X Uva ($df = 1$; $X^2 = 10.84$; $p = 0.0009$); Maçã X Uva ($df = 1$; $X^2 = 9.37$; $p = 0.002$) e Manga X Uva ($df = 1$; $X^2 = 11.41$; $p = 0.0007$) (Figuras 9B; 9E e 9F).

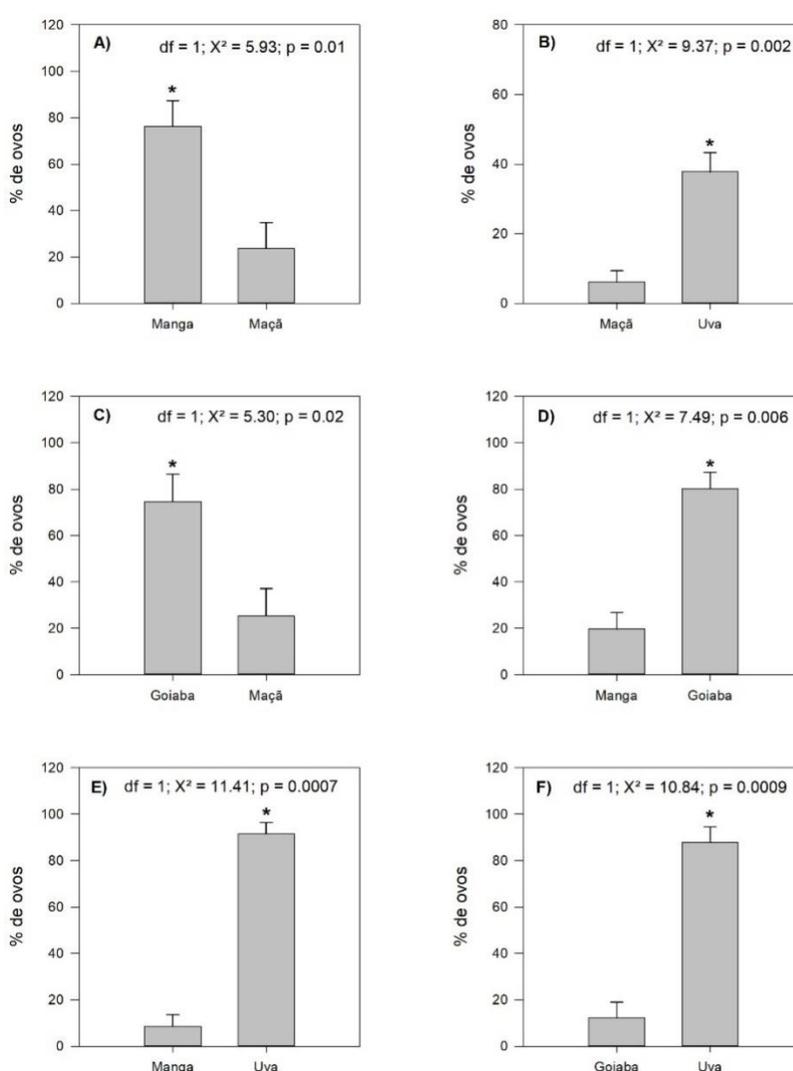


Figura 9 – Comportamento de preferência de oviposição da espécie *Anastrepha fraterculus* entre quatro frutos hospedeiros diferentes: Maçã; Goiaba; Uva e Manga.

Entre os frutos considerados bons para o desenvolvimento da prole, a goiaba foi preferida pelos espécimes em diferença considerável ($df = 1$; $X^2 = 7.49$, $p = 0,005$). Quando confrontados com a maçã, os dois frutos considerados bons para o desenvolvimento da prole, goiaba ($df = 1$; $X^2 = 5.30$; $p = 0.02$) e manga ($df = 1$; $X^2 = 5.93$; $p = 0,01$), apresentaram resultados significativos de preferência de oviposição.

O fruto da uva também foi escolhido significativamente em todas as combinações: Maçã X Uva ($df = 1$; $X^2 = 7.59$; $p = 0,005$); Manga X Uva ($df = 1$; $X^2 = 4.38$; $p = 0,03$) e Goiaba X Uva ($df = 1$; $X^2 = 3.97$; $p = 0.04$) (Figuras 10A; 10E e 10F) da espécie *C. capitata*. A goiaba foi preferida quando confrontada com a manga ($df = 1$; $X^2 = 5.00$; $p = 0.02$) e com a maçã ($df = 1$; $X^2 = 5.77$; $p = 0.01$) (Figuras 10C e 10D).

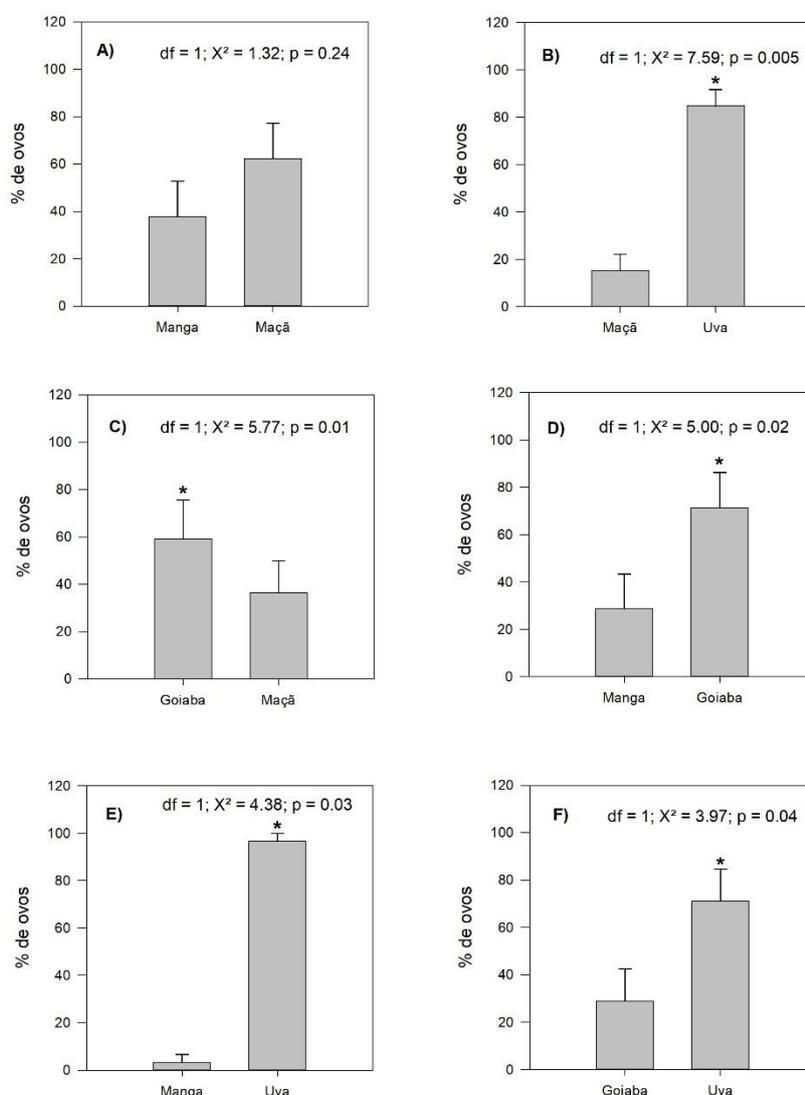


Figura 10 – Comportamento de preferência de oviposição da espécie *Ceratitis capitata* entre quatro frutos hospedeiros diferentes: Maçã; Goiaba; Uva e Manga.

Entretanto, apesar de a maçã ter apresentado um baixo percentual em todas as combinações nas três espécies estudadas, em *C. capitata* ela apresentou uma quantidade de ovos superior quando confrontada com a manga ($df = 1$; $X^2 = 1.32$; $p = 0.24$), que é considerado um fruto que propicia bom desenvolvimento para a prole (Figura 10A).

5.2 Comportamento de aceitação de oviposição

Os quatro frutos foram bem aceitos em todas as espécies estudadas. Entretanto, a maçã ainda foi o fruto de menor aceitação nas espécies do mesmo gênero: *A. fraterculus* e *A. obliqua*. Em *A. fraterculus*, a uva foi o fruto de maior aceitação com diferença significativa, seguindo para a manga, goiaba e por último a maçã ($df = 1$; $F = 6.43$; $p = 0.001$) (Figura 11A). Em *A. obliqua* de aceitação em relação a maior quantidade de frutos foi a mesma da espécie *A. fraterculus* ($df = 1$; $F = 5.48$; $p = 0.003$) (Figura 11B). Entretanto, houveram variações entre a quantidade de ovos em ambas as espécies.

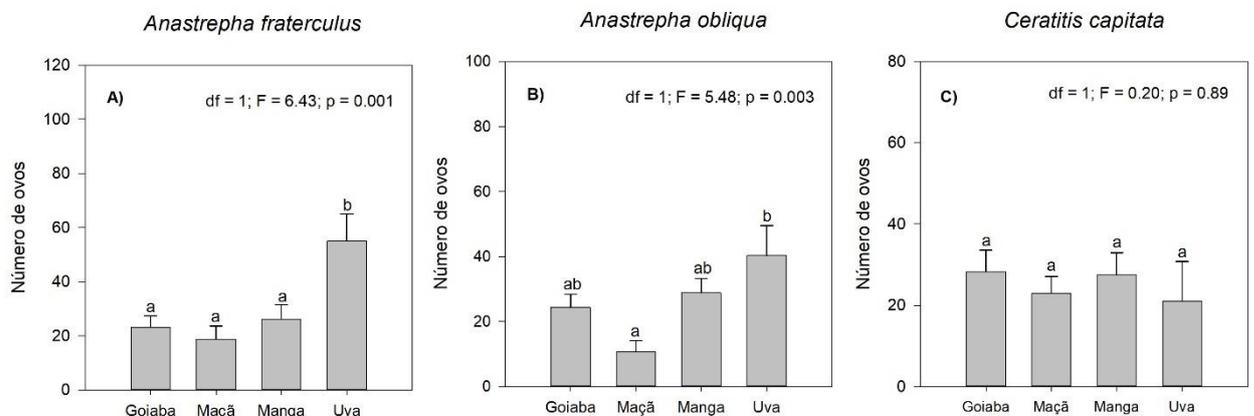


Figura 11 – Comportamento de aceitação entre os frutos hospedeiros maçã, manga, uva e goiaba nas três espécies de estudo: *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha obliqua* e *Ceratitis capitata*. Letras diferentes nas barras representam diferenças estatísticas.

A espécie *C. capitata* apresentou a goiaba como o fruto de maior aceitação. Entretanto, a diferença não foi tão elevada em relação a manga. Ambos os frutos são considerados frutos que propiciam um bom desenvolvimento da prole. A uva foi o fruto com menor quantidade de ovos encontrados nessas espécies, mas não apresentou diferença significativa em relação a maçã ($df = 1$; $F = 0.20$; $p = 0.89$) (Figura 11C).

5.3 Caracterização química dos compostos orgânicos voláteis

Foram encontrados compostos orgânicos voláteis de distintos grupos funcionais nos extratos da goiaba e nos extratos da uva. As amostras foram analisadas e algumas substâncias encontradas e identificadas como contaminantes foram excluídas da tabela, mantendo somente compostos cujos dados obtidos permitiram melhor e mais precisa identificação e caracterização desses compostos. As análises químicas revelaram as identidades químicas desses compostos orgânicos voláteis, propostas a partir das comparações dos espectros de massas com a biblioteca e comparações dos índices de Kovats (IK) calculados com os encontrados na literatura. Muitos compostos foram confirmados fazendo uso do padrão comercial. Logo, foram caracterizados compostos que compreendem os seguintes grupos: Álcool, aldeído, terpeno, hidrocarboneto (Tabela 1).

Tabela 1 – Abundância relativa(%) dos compostos presentes nos extratos de uva e goiaba.

Composto	TR	IK ^a _{calculado}	IK ^b _{Literatura}	Grupo funcional	Abundância relativa (%)	
					Goiaba verde ^c	Uva verde ^c
(E)-2-Hexenal*	8.258	854	854	Aldeído	-	4,592±2,854
1 Hexanol*	8.843	872	869	Álcool	-	7,106±1,540
Dodecano*	21.019	1199	1199	Hidrocarboneto	-	4,336±0,751
(Z)- Ocimeno*	14.988	1038	1043	Terpeno	7,779±2,355	-
(E)- Ocimeno*	15.398	1048	1050	Terpeno	3,853±1,027	11,308±1,880
Nonanal*	17.563	1106	1108	Aldeído	15,249±3,568	14,569±4,049
Allo-Ocimeno	18.448	1129	1129	Terpeno	3,750±0,767	-
α -Copaeno	27.221	1379	1376	Terpeno	4,676±0,595	-
β -Cariofileno*	28.684	1425	1428	Terpeno	48,677±14,494	-
β -Humuleno	29.303	1444	1442	Terpeno	11,911±10,797	-
Alloaromadandreno	29.763	1459	1453	Terpeno	7,002±1,689	-
(E,E)- α -Farneseno	31.309	1509	1500	Terpeno	-	25,124±6,449
Heptadecano*	36.786	1698	1700	Hidrocarboneto	-	18,725±0,860
Octadecano*	39.493	1799	1800	Hidrocarboneto	-	13,760±1,093

^aIK-Índice de Kovats calculado em coluna HP-5MS;

^bIK-Índice de Kovats da literatura (Pherobase e NIST) IK±5;

^cValores de Abundância relativa (%)(média ± desvio padrão) (n = 3);

(*)Compostos identificados com padrão sintético comercial por coinjeção e/ou sobreposição.

Nas análises cromatográficas dos extratos de uva e goiaba em estágio verde, as proporções em que os compostos foram observados nos extratos apresentam variações. Além disso, alguns compostos foram identificados em ambas as amostras, entretanto, em proporções relativas distintas como (E)-Ocimeno e Nonanal (Tabela 1). No extrato da goiaba foi observada a predominância de compostos pertencentes ao grupo dos terpenos com destaque para o β -Cariofileno com maior abundância relativa (48,677%), e o (E)-Ocimeno e *allo*-Ocimeno em menor abundância relativa de 3,853% e 3,750% respectivamente. Outro destaque no perfil químico de voláteis da goiaba é a presença do Nonanal, composto que compreende o grupo aldeído com abundância relativa de 15,249% (Tabela 1).

O extrato da uva apresentou um perfil de COV's no qual os compostos apresentam uma variação de grupo funcional químico. A exemplo o Dodecano, Heptadecano e Octadecano (Hidrocarbonetos saturados); o (E,E)- α -Farneseno e (E)-Ocimeno (Terpenos); (E)-2-Hexenal e Nonanal (Aldeído) e o 1 Hexanol (Álcool). É possível destacar os compostos de maior abundância relativa nesse extrato como: (E)-Ocimeno (11,308%); Octadecano (13,760%); Nonanal (14,569%) e (E,E)- α -Farneseno (25,124%) (Tabela 1).

6. DISCUSSÃO

Os experimentos de preferência de oviposição entre as espécies *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha obliqua* e *Ceratitidis capitata* evidenciaram o caráter polifágico das espécies, com resultados de oviposição significativos em frutos diferentes. Entretanto, apesar de possuírem uma vasta gama de hospedeiros, esses insetos costumam apresentar preferências distintas por alguns frutos, como a manga e a goiaba (Salles, 1995). A escolha do fruto hospedeiros por esses insetos são influenciados por uma série de fatores como a qualidade, a cor, o tamanho, estágio de maturação e dureza do fruto (Díaz-Fleischer; Aluja, 2003). A presença de mais de um fruto hospedeiro foi capaz de gerar comportamentos equivocados em relação ao fruto hospedeiro ideal para o desenvolvimento da prole.

As espécies *A. fraterculus* e *A. obliqua*, ambas do mesmo gênero, apresentaram resultados similares na escolha dos frutos para desenvolvimento da prole. Entre os frutos que propiciam o melhor desenvolvimento, a espécie *A. fraterculus* optou por ovipositar na goiaba, fruto com polpa espessa e elevada concentração de açúcar, que apresentam maiores chances de suprir as necessidades nutricionais da prole (Singh, 2011). Já a espécie *A. obliqua* optou por ovipositar na manga, fruto da família Anacardiaceae, que são os preferidos por essas espécies (Malavasi; Morgante; Zucchi, 1980). A maçã foi o fruto que obteve o pior desempenho em relação a preferência de oviposição das espécies. Segundo Sugayama et al. (1998) em experimentos de oviposição, a espécie *A. fraterculus* apresentou sobrevivência de apenas 8% do ovo ao indivíduo adulto. Esses dados constataram que a maçã não é um hospedeiro rico nos quais elas só costumam ovipositar na ausência de hospedeiros de melhor qualidade. Em ambas as espécies, a uva foi escolhida em todas as combinações.

C. capitata obteve resultados semelhantes em relação a uva, entretanto, apresentou um maior percentual de ovos na maçã quando confrontada com frutos considerados favoráveis ao desenvolvimento da prole. Esse alto percentual de ovos em maçã comparado ao percentual de ovos na manga no experimento aqui realizado pode corroborar com a Hipótese de Processamento de Informações (HPI), visto que as fêmeas não apresentaram uma escolha assertiva do fruto capaz de propiciar o melhor desenvolvimento da sua prole. O percentual de emergência e o ciclo de vida em *C. capitata* varia significativamente de maneira negativa em relação a outros frutos que são

considerados ideais ao desenvolvimento da prole (Joachim-Bravo; Zucoloto, 1997), ou seja, o percentual de emergência é menor e o ciclo de vida maior.

Apesar da elevada taxa de aceitação da maçã e da preferência por esse fruto em relação a manga, esses dados de *C. capitata* desse estudo não corroboram com os resultados do estudo de Joachim-Bravo & Silva-Neto (2004). Segundo os autores, a espécie *C. capitata* apresentou um percentual de ovos reduzidos na maçã em relação ao fruto da manga. Uma das hipóteses para explicar a diferença entre os trabalhos pode ser atribuído a utilização de diferentes estágios de maturação do fruto. Em experimentos feitos com a espécie *C. capitata* em abacate, frutos mais maduros são mais suscetível a oviposição dos espécimes em relação aos frutos verdes (Oi; Mau, 1989). Isso também foi avaliando em experimento de Bakri (1990) onde frutos que apresentavam estágios mais avançados de maturação foram os mais atrativos para essa espécie do que os frutos verdes. Isso pode explicar a maçã ter sido escolhida em relação a uva em *C. capitata*, apesar de apresentarem aceitação similar nos experimentos de aceitação, e o fato de não ter apresentado um elevado grau de aceitação nas espécies do gênero *Anastrepha*. A uva e a maçã são frutos que apresentam dificuldade na caracterização visual de estágios de maturação gerando possíveis equívocos em dados dos experimentos.

Além disso, a oviposição dos tefritídeos em hospedeiros que não apresentam um bom desenvolvimento larval não é um comportamento incomum para essas espécies (Joachim-Bravo; Zucoloto, 1997). Apesar de existir uma relação entre a preferência do fruto hospedeiro e a performance das larvas (Nylin; Janz, 1993), o elevado caráter polífago da espécie *C. capitata* pode resultar em um déficit nessa correlação positiva, fazendo com que essas espécies depositem seus ovos em uma elevada quantidade de hospedeiros, sem fazer a distinção entre a qualidade dos frutos (Joachim-Bravo; Zucoloto, 1997).

Outro fator capaz de interferir a acurácia desses experimentos é a utilização de insetos criados em laboratório. Em estudos feitos com a maçã e o mamão, apesar de as fêmeas selvagens apresentarem preferência pelo mamão, as fêmeas de laboratório não apresentaram preferência (Joachim-Bravo *et al.*, 2001). Entretanto, ao avaliar o desenvolvimento dos espécimes e o tamanho do adulto, as espécies de laboratório não apresentaram diferença enquanto as espécies selvagens apresentaram diferenças em tamanho e em ciclo de vida dos insetos que se alimentaram do mamão. A manutenção, de maneira contínua, de espécimes em condições laboratoriais acarreta em diversas mudanças relevantes a espécies como um aumento da taxa de mortalidade dos adultos,

uma maturação sexual mais rápida, a redução da habilidade para o voo, aumento do ciclo de vida e uma menor capacidade de discriminação dos hospedeiros naturais (Economopoulos, 1992; Joachim-Bravo; Zucoloto, 1998; Leppla *et al.*, 1983).

Os resultados obtidos entre as três espécies na preferência e aceitação da uva, fruto que não apresenta bons resultados no desenvolvimento desses insetos, foram os que provocaram maiores questionamentos a respeito da escolha desse fruto hospedeiro em especial. Corrêa *et al.* (2018) realizou experimentos de oviposição de *A. fraterculus* e *C. capitata* em diferentes genótipos de uva e apesar de apresentarem preferência para oviposição, apenas *C. capitata* apresentou desenvolvimento larval em apenas um dos genótipos. Os demais genótipos para ambas as espécies não propiciaram o desenvolvimento de nenhum indivíduo da prole. Isso explica o fato da uva ser considerada um fruto que possivelmente não possui um aporte nutricional necessário para o desenvolvimento da prole dessas espécies.

Um dos critérios utilizados por esses insetos fitófagos para escolha do fruto hospedeiro ideal é a utilização das sensilas para a percepção química dos voláteis (Zacharuk, 1980), e diante disso foi realizada a captura dos compostos orgânicos voláteis desses frutos a fim de compreender o possível motivo da escolha. Além disso, entre os frutos hospedeiros que propiciam um bom desenvolvimento, a goiaba foi o fruto preferido para oviposição e devido a isso, também foi feita a caracterização química desse fruto para identificação de compostos semelhantes entre esses dois frutos. Existiram algumas semelhanças no grupo funcional, entretanto o perfil dos compostos entre esses dois frutos é majoritariamente diferente.

No trabalho de Aquino (2019), o α -Farneseno, composto do grupo funcional terpeno, foi identificado como eletrofisiologicamente ativo para fêmeas de *Anastrepha obliqua*. Apesar de estar presente em extrato de feromônio do macho, esse composto também foi encontrado no fruto da uva, fruto que apresentou o maior percentual de oviposição por todas as espécies estudadas. Outros compostos encontrados foram β -Cariofileno, na goiaba e o Ocimeno, na carambola e todos eles foram identificados pela antena das fêmeas de *Anastrepha fraterculus*. Esses compostos citados estavam presentes nos extratos caracterizados nesse trabalho. O Ocimeno esteve presente em duas configurações, cis e trans, sendo que na configuração cis estava presente em ambos os extratos. Assim como no trabalho citado, o β -Cariofileno também esteve presente no extrato da goiaba.

Experimento de atratividade em machos de *A. obliqua*, realizados por Silva (2022), evidenciaram que quando comparadas com controle negativo, as misturas contendo β -Cariofileno e α -Copaeno, apresentaram resultados significativo para atração dos machos virgens. Além disso, as fêmeas apresentaram maior tendência a acasalar com machos expostos a esses compostos. Apesar dos machos não serem foco desse trabalho, a presença de compostos presentes na uva e na goiaba já citado em trabalhos anteriores envolvidos na comunicação química na interação inseto-planta e inseto-inseto, pode sugerir perspectivas promissoras para condução de bioensaios e testes eletrofisiológicos, uma vez que esses frutos foram preferenciais para oviposição das moscas-das-frutas alvo desse trabalho.

7. CONCLUSÃO

Nesse trabalho, as espécies do mesmo gênero *Anastrepha* apresentaram uma hierarquia na escolha do fruto hospedeiro de forma similar, diferente da espécie do gênero *Ceratitis*. Entretanto, apesar desse feito, os resultados não corroboram com a escolha acurada do fruto que propicia o melhor desenvolvimento da prole. Alguns fatores como a Hipótese de Processamento de Informação (HPI), o estágio de maturação dos frutos e a utilização de espécimes adaptados às condições de laboratório podem ter interferido nessa escolha. Isso explica a necessidade de realização desses experimentos com espécies selvagens para avaliar se essas espécies que vivem em campo são capazes de discernir na escolha do fruto hospedeiro ideal para o desenvolvimento da prole, além de utilização de critérios de avaliação de estágio de maturação dos frutos, como por exemplo a análise da dureza da casca dos frutos.

A caracterização química dos compostos orgânicos voláteis presentes nos extratos dos frutos apresentou uma variabilidade em relação a composição química e proporção relativa dos compostos, ressaltando a importância de muitos dos compostos já identificados e citados na literatura como eletrofisiologicamente ativos para espécies do gênero *Anastrepha*. Nesse contexto, esse trabalho demonstra a potencialidade de expandir as investigações químicas e comportamentais, através de estudos eletrofisiológicos e bioensaios comportamentais com extratos e compostos sintéticos a fim de desvendar a composição química que está associada ao comportamento de preferência de oviposição nos frutos uva e goiaba. Os resultados dessa investigações podem permitir a elaboração de protocolos e estratégias de manejo sustentável para o fortalecimento efetivo do controle de moscas-das-frutas.

8. REFERÊNCIAS

- ALUJA, M. Bionomics and Management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 155–178, 1994.
- ALUJA, Martín; MANGAN, Robert L. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host Status Determination: Critical Conceptual, Methodological, and Regulatory Considerations. **Annual Review of Entomology**, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 473–502, 2008.
- ANDRADE, Paulo Fernando de Souza (org.). Fruticultura: Análise da Conjuntura. **Governo do Paraná: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento**, [s. l.], 2020. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.
- AQUINO, Nathaly Costa de. Extração e identificação de compostos voláteis atraentes para fêmeas de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). [s. l.], 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/5591>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- BAKRI, Abdeljelil. **Chemical ecology of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wied.): interaction of pheromone with host plant volatiles**. 1990. phd - University of Southampton, [s. l.], 1990. Disponível em: <https://eprints.soton.ac.uk/461153/>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- BERNAYS, E. A. Neural limitations in phytophagous insects: implications for diet breadth and evolution of host affiliation. **Annual Review of Entomology**, [s. l.], v. 46, p. 703–727, 2001.
- BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. E. **Host-Plant Selection by Phytophagous Insects**. Boston, MA: Springer US, 1994. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/b102508>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- BOMFIM, Darcy A. do; UCHÔA-FERNANDES, Manoel A.; BRAGANÇA, Marcos A. L. Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritoidea) em matas nativas e pomares domésticos de dois municípios do Estado do Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, [s. l.], v. 51, p. 217–223, 2007.
- BUAINAIN, Antônio Márcio; BATALHA, Mário Otávio (org.). **Cadeia Produtiva de Frutas**. Brasília: MAPA, 2007. (Agronegócios). v. 7 Disponível em: Acesso em: 15 nov. 2023.
- CHARLERY DE LA MASSELIÈRE, Maud *et al.* Changes in phytophagous insect host ranges following the invasion of their community: Long-term data for fruit flies. **Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 7, n. 14, p. 5181–5190, 2017.
- CLARKE, Anthony R. Why so many polyphagous fruit flies (Diptera: Tephritidae)? A further contribution to the ‘generalism’ debate. **Biological Journal of the Linnean Society**, [s. l.], v. 120, n. 2, p. 245–257, 2017.
- CORRÊA, Sabrina Cristina *et al.* OVIPOSITION PREFERENCE AND BIOLOGY OF FRUIT FLIES (DIPTERA: TEPHRITIDAE) ON GRAPE VINE GENOTYPES. **Revista Caatinga**, [s. l.], v. 31, p. 850–859, 2018.

COSTA, José Eduardo Brandão. A Exportação Brasileira de Frutas Frescas: Desafios e Soluções. **CNA Brasil**, [s. l.], 2016. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/artigo-27_0.80186300%201514912075.pdf.

DÍAZ-FLEISCHER, Francisco; ALUJA, Martín. Clutch size in frugivorous insects as a function of host firmness: the case of the tephritid fly *Anastrepha ludens*. **Ecological Entomology**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 268–277, 2003.

ECONOMOPOULOS, A. P. Adaptation of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) to Artificial Rearing. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 85, n. 3, p. 753–758, 1992.

EPPO. **Anastrepha obliqua (ANSTOB) [World distribution] | EPPO Global Database**. [S. l.], 2023a. Disponível em: <https://gd.eppo.int/taxon/ANSTOB/distribution>. Acesso em: 4 dez. 2023.

EPPO. **Ceratitis capitata (CERTCA) [World distribution] | EPPO Global Database**. [S. l.], 2023b. Disponível em: <https://gd.eppo.int/taxon/CERTCA/distribution>. Acesso em: 4 dez. 2023.

FACHINELLO, José Carlos *et al.* Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 33, p. 109–120, 2011.

FAVERET FILHO, Paulo de Sá Campello; ORMOND, José Geraldo Pacheco; PAULA, Sergio Roberto Lima de. Fruticultura brasileira: a busca de um modelo exportador. [s. l.], 1999. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2969>. Acesso em: 8 dez. 2023.

FLETCHER, B. S. Life history strategies of tephritid fruit flies. *In*: ROBINSON, A. S.; HOOPER, Geoffrey (ed.). **Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control**. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publ., 1989. (World Crop Pests). v. Vol. 3B. Disponível em: <http://hdl.handle.net/102.100.100/262307?index=1>. Acesso em: 8 dez. 2023.

GOULART, Henrique F. *et al.* Feromônios: Uma Alternativa Verde para o Manejo Integrado de Pragas. **Revista Virtual de Química**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 1205–1224, 2015.

HAFSI, Abir *et al.* Host plant range of a fruit fly community (Diptera: Tephritidae): does fruit composition influence larval performance?. **BMC Ecology**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 40, 2016.

HANSSON, Bill S.; STENSMYR, Marcus C. Evolution of Insect Olfaction. **Neuron**, [s. l.], v. 72, n. 5, p. 698–711, 2011.

JANZ, Niklas. The cost of polyphagy: oviposition decision time vs error rate in a butterfly. **Oikos**, [s. l.], v. 100, n. 3, p. 493–496, 2003.

JANZ, Niklas; NYLIN, Sören. The role of female search behaviour in determining host plant range in plant feeding insects: a test of the information processing hypothesis. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, [s. l.], v. 264, n. 1382, p. 701–707, 1997.

JOACHIM-BRAVO, Iara S. *et al.* Oviposition Behavior of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): Association Between Oviposition Preference and Larval Performance in Individual Females. **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 30, p. 559–564, 2001.

JOACHIM-BRAVO, Iara Sordi; SILVA-NETO, Alberto Moreira da. Aceitação e preferência de frutos para oviposição em duas populações de *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). **Iheringia. Série Zoologia**, [s. l.], v. 94, p. 171–176, 2004.

JOACHIM-BRAVO, Iara Sordi; ZUCOLOTO, Fernando Sérgio. Oviposition preference and larval performance in *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, [s. l.], v. 14, p. 795–802, 1997.

JOACHIM-BRAVO, Iara Sordi Joachim; ZUCOLOTO, Fernando Sérgio. Performance and feeding behavior of *Ceratitis capitata*: comparison of a wild population and a laboratory population. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, [s. l.], v. 87, n. 1, p. 67–72, 1998.

LACERDA, Marta Aurélio Dantas de; LACERDA, Rogério Dantas de; ASSIS, Poliana Cunha De Oliveira. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, [s. l.], v. 4, 2004.

LEPPLA, N. C. *et al.* Strategies for Colonization and Maintenance of the Mediterranean Fruit Fly. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 89–96, 1983.

LORSCHHEITER, Rafael *et al.* Caracterização de danos causados por *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera, Tephritidae) e desenvolvimento larval em frutos de duas cultivares de quiveiro (*Actinidia* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 34, p. 67–76, 2012.

MALAVASI, A.; BARROS, M. O. Comportamento sexual e de oviposição em moscas-das-frutas (tephritidae). **Moscas-Das-Frutas No Brasil**, [s. l.], 1988. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000779558>. Acesso em: 8 dez. 2023.

MALAVASI, Aldo; MORGANTE, João Stenghel; ZUCCHI, Roberto Antônio. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera, Tephritidae): I. listas de hospedeiros e ocorrência. **Revista Brasileira de Biologia**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 9–16, 1980.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, Roberto Antônio. Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. [s. l.], 2000. Disponível em: https://repositorio.usp.br/single.php?_id=001073254. Acesso em: 28 mar. 2021.

MARÍN-LOAIZA, J. Camilo; CÉSPEDES, Carlos L. Compuestos volátiles de plantas. origen, emisión, efectos, análisis y aplicaciones al agro. **Revista Fitotecnia Mexicana**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 327–351, 2007.

NORRBOM, Allen. Updates to Biosystematic Database of World Diptera for Tephritidae through 1999. **Diptera Data Dissemination Disk**, [s. l.], 2004.

NYLIN, Sören; JANZ, Niklas. Oviposition preference and larval performance in *Polygonia c-album* (Lepidoptera: Nymphalidae): the choice between bad and worse. **Ecological Entomology**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 394–398, 1993.

Ol, David H.; MAU, Ronald F. L. Relationship of Fruit Ripeness to Infestation in 'Sharwil' Avocados by the Mediterranean Fruit Fly and the Oriental Fruit Fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 82, n. 2, p. 556–560, 1989.

RENEWICK, J. A. A. Chemical ecology of oviposition in phytophagous insects. **Experientia**, [s. l.], v. 45, n. 3, p. 223–228, 1989.

ROHDE, Cristhiane *et al.* Influence of soil temperature and moisture on the infectivity of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae) against larvae of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 608–611, 2010.

SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana**. [S. l.]: Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1995., 1995. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/742993>. Acesso em: 2 dez. 2023.

SANTOS, Janaína Pereira dos *et al.* Incidência de podridão-branca em frutos de macieira com e sem fermentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 30, p. 118–121, 2008.

SCOLARI, Francesca *et al.* Tephritid Fruit Fly Semiochemicals: Current Knowledge and Future Perspectives. **Insects**, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 408, 2021.

SHANI, Arnon. Chemical communication agents (pheromones) in integrated pest management. **Drug Development Research**, [s. l.], v. 50, n. 3–4, p. 400–405, 2000.

SILVA, Isaias Duarte da. A FRUTICULTURA E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA, SOCIAL E ALIMENTAR. **Anais Sintagro**, [s. l.], v. 11, n. 1, 2019. Disponível em: https://www.fatecourinhos.edu.br/anais_sintagro/index.php/anais_sintagro/article/view/19. Acesso em: 8 dez. 2023.

SILVA, Claudinete dos Santos. Influência dos compostos voláteis comuns ao feromônio sexual e aos frutos hospedeiros no comportamento reprodutivo de machos de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). [s. l.], 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/11314>. Acesso em: 8 dez. 2023.

SINGER, Michael C. The Definition and Measurement of Oviposition Preference in Plant-Feeding Insects. *In*: MILLER, James R.; MILLER, Thomas A. (org.). **Insect-Plant Interactions**. New York, NY: Springer, 1986. (Springer Series in Experimental Entomology). p. 65–94. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4910-8_3. Acesso em: 4 dez. 2023.

SINGH, S. P. 10 - Guava (*Psidium guajava* L.). *In*: YAHIA, Elhadi M. (org.). **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**. [S. l.]: Woodhead Publishing, 2011. (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition). p. 213–246e. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845697358500103>. Acesso em: 8 dez. 2023.

SMITH-CALDAS, Martha R. B. *et al.* Phylogenetic Relationships Among Species of the fraterculus Group (*Anastrepha*: Diptera: Tephritidae) Inferred from DNA Sequences of Mitochondrial Cytochrome Oxidase I. **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 30, p. 565–573, 2001.

SUGAYAMA, Regina L. *et al.* Colonization of a New Fruit Crop by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil: a Demographic Analysis. **Environmental Entomology**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 642–648, 1998.

THOMAZINI, M. J. A comunicação química entre os insetos: obtenção e utilização de feromônios no manejo de pragas. *In*: GONÇALVES, R. C.; OLIVEIRA, L. C. de (ed.). **Embrapa Acre: ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2009.

UCHÔA-FERNANDES, Manoel A. Fruit Flies (Diptera: Tephritoidea): Biology, Host Plants, Natural Enemies, and the Implications to Their Natural Control. *In*: LARRAMENDY, Marcelo L.; SOLONESKI, Sonia (org.). **Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics**. [S. l.]: IntechOpen, 2012. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/29609>. Acesso em: 2 dez. 2023.

UCHÔA-FERNANDES, Manoel A; NICÁCIO, José. New Records of Neotropical Fruit Flies (Tephritidae), Lance Flies (Lonchaeidae) (Diptera: Tephritoidea), and Their Host Plants in the South Pantanal and Adjacent Areas, Brazil. **Annals of the Entomological Society of America**, [s. l.], v. 103, n. 5, p. 723–733, 2010.

VISSER, J H. Host Odor Perception in Phytophagous Insects. **Annual Review of Entomology**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 121–144, 1986.

WETZEL, William C. *et al.* Variability in plant nutrients reduces insect herbivore performance. **Nature**, [s. l.], v. 539, n. 7629, p. 425–427, 2016.

WHITE, Ian M.; HARRIS, M. M. Elson. **Fruit flies of economic significance: Their identification and bionomics**. Wallingford: CAB International, 1992.

ZACHARUK, R Y. Ultrastructure and Function of Insect Chemosensilla. **Annual Review of Entomology**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 27–47, 1980.

ZARBIN, P. H. G. Extração, isolamento e identificação de substâncias voláteis de insetos. *In*: VILELA, Evaldo F.; DELLA LUCIA, T. (org.). **Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas**. 2. ed. Ribeirão Preto: Holos, 2001.

ZARBIN, Paulo H. G.; RODRIGUES, Mauro A. C. M.; LIMA, Eraldo R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, [s. l.], v. 32, p. 722–731, 2009.

ZUCCHI, Roberto Antônio. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* en Brasil. **Mosca de la fruta en Latinoamérica (Diptera: tephritidae): diversidad, biología y manejo**, [s. l.], p. 77–99, 2007.

ZUCCHI, Roberto Antônio. Taxonomia. *In*: MALAVASI, Aldo; ZUCCHI, Roberto Antonio (org.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. [S. l.: s. n.], 2000. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/single.php?id=001073254>. Acesso em: 1 jan. 2023.