UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Instituto de Biologia

Programa de Pós-Graduação em Entomologia

Dissertação

Bionomia de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em manga (*Mangifera indica* L.) e eficiência do óleo de nim como repelente

Daiana Rezende Machado

Pelotas, 2016

Daiana Rezende Machado

Bionomia de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em manga (*Mangifera indica* L.) e eficiência do óleo de nim como repelente

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Entomologia).

Orientador: Dr. Flávio Roberto Mello Garcia

Co-orientadora: Drª. Adrise Medeiros Nunes

Pelotas, 2016

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

M149b Machado, Daiana Rezende

Bionomia de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em manga (*Mangifera indica* L.) e eficiência do óleo de nim como repelente / Daiana Rezende Machado. – 64f. il. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós- Graduação em Entomologia. Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Pelotas, 2016. – Orientador Flavio Roberto Mello Garcia ; coorientadora Adrise Medeiros Nunes.

1.Entomologia. 2.Biologia. 3.Controle. 4.Mosca-das-frutas sul americana. I.Garcia, Flávio Roberto Mello. II.Nunes, Adrise Medeiros. III.Título.

CDD: 595.774

Daiana Rezende Machado

Bionomia de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em manga (*Mangifera indica* L.) e eficiência do óleo de nim como repelente

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 28/06/2016

Banca Examinadora

Prof. Dr. Flávio Roberto Mello Garcia – Orientador
Dr. em Zoologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr Jader Ribeiro Pinto
Dr. em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas

Profª. Drª. Élvia Elena Silveira Vianna
Drª. em Zoologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

---

Drª Andressa Lima de Brida
Drª. em Proteção de Plantas pela Universidade Estadual Paulista

Aos meus pais, Zélia e Cleomar, pelo amor, educação, apoio e incentivo em todos os momentos.

Ao meu esposo Jairo pelo carinho, amor e compreensão.

Ofereço e Dedico

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por me proporcionar uma vida cheia de vitórias;

Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, RS pela oportunidade da realização do curso de Mestrado.

À FAPERGS pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Dr. Flávio Roberto Mello Garcia pela amizade, confiança e orientação durante o Mestrado;

A Drª Adrise Nunes Medeiros, pela orientação, paci

ência e ensinamentos transmitidos;

A todos os professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia da UFPel pela atenção e ensinamentos transmitidos;

Aos meus pais, Zélia Machado e Cleomar Machado, pessoas maravilhosas que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e incentivando, minha irmã Dazieli Machado Cunha e meu cunhado Joel Cunha, pelo incentivo;

Ao meu esposo Jairo Koschier Medeiros, pela compreensão, apoio, amor e dedicação;

A toda minha família, pelo afeto, amor, incentivo e apoio, também pelo exemplo de caráter e humildade;

Aos amigos de Pós-graduação Flavia do Sacramento, Luana Santos, Liliane Martins, Daniele Schlesener, Jutiane wollmann, Alexandra Kruger, Franciele Casarin, Adélio Mussalama, Cristiano Machado, Emily Araújo, Helena Leite, Paulino Ribeiro, Adriane Duarte, Lauren Medina, Giovane Smaniotto, Manuel Junior, Robson Botta, pelos momentos bons que passamos juntos;

Aos colegas do Laboratório Ecologia de Insetos e Laboratório de Biolog Insetos pelos momentos de aprendizagem e descontração;

As grandes amigas que conquistei desde 2009, que compartilharam amizades, companheirismo, ensinamentos e respeito;

Aos bolsistas e estagiários do Laboratório Ecologia de Insetos e Laboratório de Biologia de Insetos, pela convivência, companheirismo e momentos de descontração;

A todos que de alguma forma participaram na realização deste sonho, o meu muito obrigada.

“A persistência jamais admite a derrota”.

BARTZ

Resumo

MACHADO, D. R. **Bionomia de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em manga (*Mangifera indica* L.) e eficiência do óleo de nim como repelente**. 2016. 64f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

O Brasil apresenta uma grande diversidade de moscas-das-frutas, sendo o gênero *Anastrepha* o mais expressivo, com 115 espécies presentes no país. Entre as espécies, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) são consideradas as principais pragas, devido a grande importância econômica. Os danos causados pelas moscas-das-frutas ocorrem devido à oviposição e o desenvolvimento das larvas no interior dos frutos. O manejo tem sido feito por meio de iscas tóxicas compostas de proteína hidrolisada associada a um inseticida e também pelo uso de produtos químicos aplicados em cobertura. No entanto, diante das exigências do mercado consumidor, novas alternativas de controle estão sendo estudadas. Estudos básicos sobre a biologia das espécies neotropicais de moscas-das-frutas são de extrema importância para a compreensão das estratégias de controle e ciclo de vida dessas espécies. Desta forma o trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos biológicos de *A. fraterculus* em frutos de manga (*Mangifera indica* L.) e avaliar a eficiência do óleo de nim como repelente em frutos de pêssego [*Prunus persicae* (L.)]. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Ecologia de Insetos pertencente a UFPel em condições controladas de temperatura (25+2ºC), umidade relativa (70+10%) e fotofase (12 horas). Para o estudo da biologia de *A. fraterculus* em dieta natural, foram utilizados frutos de manga, os insetos foram provenientes da criação mantida no laboratório. Foram utilizadas 10 gaiolas polietileno (50 x 40 x 40cm), sendo que em cada uma foram colocados 30 casais com idade de 15 dias, e uma manga por um período de 24 horas. Para os ensaios relacionados à utilização do óleo de nim foi avaliada a repelência/preferência de oviposição de *A. fraterculus* em frutos de pessegueiro tratados com solução aquosa de óleo de nim (Azadiractina A/B 12g/L), na concentração de 1%, através de imersão dos frutos, em testes de livre escolha. Concluiu-se que a mosca-das-frutas sul-americana completa o ciclo biológico em frutos de manga, sendo este um bom hospedeiro para esta espécie. Azamax® (azadiractina A/B 12g/L), na concentração de 1% possui ação de repelência para oviposição de *A. fraterculus.*

Palavras-chave: Biologia, Controle, Mosca-das-frutas sul-americana.

Abstract

MACHADO, D. R. **Bionomics *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) in mango (*Mangifera indica* L.) and neem oil efficiency as repellent.** 2016. 64f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

Brazil presents a great diversity of fruit flies and *Anastrepha* gender as being the most expressive with 115 species placed in the country. Among the species, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) are considered the main pests due to great economic importance. The damages caused by fruit flies occur due to oviposition and larval development into the fruit. The management has been done by means of toxic baits made of hydrolyzed protein associated with an insecticide and by the use of chemicals applied in coverage. However, because of the demands of the consumer market new control alternatives were studied. Basic studies on the biology of Neotropical species of fruit flies are extremely important for understanding control strategies and life cycle of these species. So, the work aimed to evaluate the biological aspects of *A. fraterculus* in mango fruits (*Mangifera indica* L.) and assess the effectiveness of Neem oil in as repellent in peach fruit *[Prunus persicae* (L)]. The experiments were performed in the laboratory of insect Ecology belonged to UFPel in controlled conditions of temperature (25+2°C), relative moisture (70+10%) and photo phase (12 hours). For the study of the Biology of *A. fraterculus* in natural diet mango fruit were used and the insects came from creation kept into laboratory. Ten polyethylene cages were used (50x40x40cm) and in each were placed 30 couples aged 15 days and a mango fruit a 24-hour period. For tests related to the use of aqueous Neem oil it was evaluated the repellency / preference of oviposition of *A. fraterculus* in fruits of peach tree treated with of Neem oil (Azadirachtin A/B 12g/L) at a concentration of 1% through soaking the fruits in free choice tests and confinement. It was concluded that the South American fruit fly runs the biological cycle in mango fruits and being a good host for this species. Azamax® (azadirachtin A/B 12g/L) at a concentration of 1% has repellency action to oviposition *A. fraterculus*.

Keywords: Biology, Control, South American fruit fly.

Lista de Figuras

Figura 1 Sistema de criação de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) no Laboratório de Ecologia de Insetos (1) Caixa de polietileno semitransparente (30L) utilizada como gaiola para acondicionar os adultos de *Anastrepha fraterculus*. (2) abertura lateral para a introdução dos insetos e dos frutos. (3) Placas de Petri contendo o alimento e água. (4) Caixa polietileno com a tampa..... 32

Figura 2 Gaiola utilizada para individualizar os casais de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), contendo fruto artificial para a oviposição, alimento e água para os adultos..... 34

Figura 3 Placas de Petri utilizadas para a verificação da fertilidade de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) contendo um pano-esponja vegetal umedecido, papel filtro previamente disposto e um pedaço de pano tipo algodão de cor preta (para melhor visualização dos ovos)..... 35

Figura 4 Número médio de ovos de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) obtidos por semana após o início da oviposição (temperatura 25 ± 2 ºC; UR 70 ± 10%; fotofase 12 horas)..... 39

Figura 5 Porcentagem de longevidade de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) (machos e fêmeas) em temperatura 25 ± 2 ºC; UR 70 ± 10%; fotofase 12 horas..... 39

Figura 6 Vista do pomar de pessegueiro, localizado na Colônia Rincão da Cruz, no município de Morro Redondo/RS..... 44

Figura 7 (1) Potes polietileno (300 ml) com vermiculita fina esterilizada e papel filtro. (2) Potes polietileno contendo frutos de pêssegos. (3) Sala climatizada onde foram acondicionados os potes polietileno..... 45

Lista de Tabelas

Tabela 1 Valores médios (±EP) dos parâmetros biológicos de Anastrepha fraterculus (Diptera: Tephritidae) criada em manga. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas..... 36

Tabela 2 Parâmetros biológicos em valores médios (±EP) de Anastrepha fraterculus (Diptera: Tephritidae) criada em manga. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas..... 38

Tabela 3 Tabela 3 - Ação de repelência do produto Azamax® (Azadiractina A/B 12g/L) na concentração de 1% para oviposição de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em testes de livre escolha em condições de laboratório. Temperatura 25 ± 2 ºC; UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas..... 46

Sumário

1 Introdução Geral.....15
2 Revisão de literatura 19
2.1 Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) 19
2.2 Danos e perdas na fruticultura 21
2.3 Métodos de controle da mosca-das-frutas sul-americana.....23
2.4 Aperfeiçoamento da técnica de criação de *Anastrepha fraterculus*.....26
Capitulo 1 – Bionomia de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em manga (*Mangifera indica* L.) em laboratório 30
3.1 Introdução 30
3.2 Material e Métodos.....31
3.2.1 Estabelecimento da criação de *A. fraterculus* 31
3.2.2 Biologia de *A. fraterculus*.....33
3.3 Resultados e Discussão.....36
3.4 Conclusões.....41
Capitulo 2 - Eficiência do óleo de nim como repelente de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em pêssego (*Prunus persica*) em laboratório 42
4.1 Introdução 42
4.2 Material e Métodos.....44
4.2.1 Obtenção dos frutos 44
4.2.2 Repelência para oviposição 45
4.2.3 Análise estatística 46
4.3 Resultados e Discussão.....47
4.4 Conclusão 48
5 Considerações Finais.....49
6 Referências 50

1 Introdução Geral

O Brasil é um dos países com maior potencial para o desenvolvimento da fruticultura, principalmente, devido à área disponível para o cultivo e as condições climáticas favoráveis (AGRIANUAL, 2015).

O país consolida a posição de terceiro maior produtor mundial de frutas, depois da China e da Índia, com uma área de 2.55 milhões de hectares (IBRAF, 2016). Quanto ao cultivo de frutas pode-se mencionar que existe certa especialização regional, a qual é regida principalmente pelo clima, de forma que as regiões mais próximas à linha do Equador são responsáveis pela produção de frutas de clima tropical, como banana [*Musa* spp. (Musaceae)], manga [*Mangifera indica* Linnaeus, 1753 (Anacardiaceae), melão [*Cucumis* spp. (Cucurbitaceae)] e cacau [*Theobroma* spp. (Malvaceae) (FACHINELLO et al., 2011).

A região Sul do Brasil é a principal produtora de frutíferas de clima temperado do país, com destaque para as culturas da macieira [*Malus domestica* (Borkhausen, 1803)], pessegueiro [*Prunus persicae* (L.) Batsch, 1801] e videira [*Vitis* spp. L. (Vitaceae)], assumindo importância econômica e social bastante significativa (IBGE, 2013; FAO, 2016).

Embora o Estado seja líder na produção destas frutíferas, um dos problemas limitantes é a ocorrência de insetos-praga, destacando-se as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), que contribuem para o aumento das perdas na produção e dificultam as exportações de frutas, devido às barreiras quarentenárias impostas pelos países importadores (DUARTE; MALAVASI, 2000).

Diversos fatores, como clima, altitude, localização geográfica, fenologia e sucessão de hospedeiros (primários ou secundários), podem influenciar na

abundância de determinadas espécies de moscas-das-frutas nos pomares durante o ano (SILVA et al., 2010; MONTES; RAGA; SOUZA FILHO, 2011).

O Brasil apresenta a maior diversidade de moscas-das-frutas no mundo, sendo o gênero *Anastrepha* o mais expressivo, com 115 espécies presentes no país (ZUCCHI, 2000; 2015). Entre as espécies que ocorrem no país, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) são consideradas as principais pragas, devido à grande importância econômica (ZUCCHI, 2000; 2001).

Na região Sul, *A. fraterculus* representa quase a totalidade das espécies do gênero capturadas nos pomares, sendo a principal responsável por prejuízos a frutíferas de clima temperado (SALLES; KOVALESKI, 1990; SALLES, 1995; GARCIA; CORSEUIL, 1998; GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 2003; GARCIA; LARA, 2006; NUNES et al., 2012; GARCIA; RICALDE, 2013, PEREIRA-RÊGO et al., 2013).

Como *A. fraterculus* possui ampla distribuição geográfica, esse dado possibilita a sua ocorrência e consequentemente ao seu *status* de praga, a polifagia, ocorrendo em várias espécies vegetais, principalmente as pertencentes à Myrtaceae e Rosaceae (SALLES, 1995; ZUCCHI, 2007).

Os danos causados pelas moscas-das-frutas ocorrem devido à oviposição e o desenvolvimento das larvas no interior dos frutos, causando perdas diretas, como a inviabilização e a desvalorização dos frutos para o comércio e aumento dos custos de produção, e os indiretos acabam sendo os mais prejudiciais, devido às medidas quarentenárias impostas pelos países importadores (MALAVASI, 2001; SOUZA FILHO; RAGA; ZUCCHI, 2003; SANTOS et al., 2008).

Programas de Manejo Integrado de Pragas em fruticultura têm incentivado o uso de vários métodos e táticas de controle, como os métodos culturais, o uso de atrativos, resistência varietal, técnica do inseto estéril, controle legislativo, biológico e químico, sendo o último o mais utilizado (CARVALHO; NASCIMENTO; MATRANGOLO, 2000).

O controle químico, quando aplicado no método pulverização em cobertura ou em isca tóxica, contribui de forma acentuada para o desequilíbrio dos agroecossistemas, atingindo os inimigos naturais e outros organismos não alvos, além de deixar resíduos tóxicos nos frutos, prejudicando a comercialização e o consumo dos frutos *in natura* (ROHDE et al., 2013)

Dessa forma, têm sido desenvolvidas pesquisas voltadas à utilização de medidas de controle, as quais proporcionem menor impacto ambiental e que sejam compatíveis com os programas de manejo integrado das pragas. Nesse sentido, as plantas inseticidas e seus extratos aparecem como importantes ferramentas, pois apresentam propriedades toxicológicas, rápida degradação, menor efeito sobre organismos não alvos e sobre o meio ambiente, além de maior segurança para o consumidor (VASCONCELOS; GODIN JUNIOR; BARROS, 2006).

Os inseticidas naturais, como extratos botânicos, e óleos essenciais de origem vegetal, podem ser utilizados tanto no manejo integrado de pragas em cultivos comerciais, como também, na agricultura orgânica (ARRUDA; BATISTA, 1998). O uso de inseticidas naturais tem surgido como uma alternativa para o controle de insetos nocivos às plantas e os efeitos dos inseticidas sobre os insetos podem ser tóxicos, repelentes, causar esterilidade, modificar o comportamento, o desenvolvimento ou reduzir a sua alimentação (ARNASON; PHILOGÈNE; MORAND, 1990; BELL; FELLOWS; SIMMONDS, 1990; GONÇALVES-GERVÁSIO; VENDRAMIM, 2004).

As plantas normalmente apresentam em sua composição química metabólitos primários que são encontrados em todas as partes das células vegetais e possuem fundamental importância para seu desenvolvimento, no entanto existem metabólitos secundários que possuem diferentes funções sobre diversos organismos, algumas espécies são utilizadas para o manejo de insetos, sendo para repelência, atração de predadores naturais ou a extração dos seus metabólitos para pulverização (GALLO et al., 2002).

Para adotar-se diferentes estratégias de controle, estudos sobre a biologia das espécies neotropicais de moscas-das-frutas são de extrema importância. As informações relacionadas com a longevidade e fecundidade servem de base para o desenvolvimento de estudos sobre demografia e para a implantação de estratégias de manejo (MACHOTTA JR et al., 2010).

Geralmente vêm se utilizando mamão-papaia (*Carica papaya* L.) para a criação da mosca-das-frutas sul-americana, porém, em diversas situações, é comum a existência de dificuldades quando os laboratórios utilizam o mamão, devido principalmente ao aparecimento de microrganismos, como fungos que podem prejudicar a viabilidade, além do custo para obtenção dos frutos e disponibilidade dos mesmos. Além disso, é importante a multiplicação da mosca-das-frutas em

hospedeiro natural para manter populações estoques no caso da necessidade de reposição de indivíduos (MACHOTTA JR et al., 2010).

Sendo assim, procurou-se obter um fruto que pudesse substituir o mamão e constituísse um bom hospedeiro para *A. fraterculus.* Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo conhecer os aspectos biológicos de *A. fraterculus* em frutos de manga (*Mangifera indica* L.) e avaliar a eficiência do óleo de nim como repelente em frutos de pêssego [*Prunus persicae* (L.)].

2 Revisão de literatura

2.1 Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)

As moscas-das-frutas pertencem à ordem Diptera, subordem Brachycera, infraordem Muscomorpha, seção Schizophora, superfamília Tephritoidea, família Tephritidae (ZUCCHI, 2000). Os indivíduos da família Tephritidae podem ser divididos em dois grupos de acordo com suas características fisiológicas e ecológicas (SOUZA FILHO, 2006). As moscas-das-frutas que habitam regiões temperadas, são classificadas como insetos univoltinos e bivoltinos (uma ou duas gerações por ano), geralmente são monófagos (um hospedeiro), já as que habitam regiões tropicais e subtropicais são multivoltinos (várias gerações por ano), polífagos (vários hospedeiros) como as espécies do gênero *Anastrepha* (BATEMAN, 1972; CRESONI-PEREIRA; ZUCOLOTO, 2009).

As espécies de moscas-das-frutas apresentam um alto potencial biótico, habilidade de se dispersar quando adultos, serem transportadas em frutos quando larva, capacidade dos adultos sobreviverem em climas desfavoráveis e de explorarem um grande número de plantas das mais diversas famílias botânicas e podem ocorrer em regiões tropicais às temperadas, com baixa predominância nas regiões neotropicais (NORRBOM, 2004; KLASSEN; CURTIS, 2005).

Atualmente, a família Tephritidae possui descritas 4.448 espécies que são agrupadas em 484 gêneros, sendo cinco gêneros de importância econômica: *Anastrepha* Schiner, *Rhagoletis* Loew, *Dacus* Fabricius, *Bactrocera* Macquart e *Ceratitis* Macleay (GARCIA, 2009).

No Brasil, o gênero *Rhagoletis* está representado por quatro espécies, porém nenhuma possui importância econômica. O gênero *Dacus* após a divisão ficou com

relativamente poucas espécies de importância econômica as de maior importância econômica passaram para o gênero *Bactrocera,* sendo que a maioria de suas espécies encontram-se na África e apenas algumas espécies são encontradas em outras regiões do Velho Mundo (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000; GARCIA, 2009).

Os gêneros *Bactrocera* e *Ceratitis*, estão representados no Brasil por uma única espécie a mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock, 1994 e a mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824). *B. carambolae* está restrita ao Oiapoque, Amapá, na fronteira com a Guiana Francesa, onde está restrita e sob controle oficial (ZUCCHI, 2000; LEMOS et al., 2014). *C. capitata,* conhecida também como mosca-do-mediterrâneo, encontra-se em todo território nacional, ocorrendo desde o sul até a região norte (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000).

Apenas *C. capitata* e sete espécies pertencentes ao gênero *Anastrepha*, [*A. fraterculus* (Wiedemann, 1830), *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846), *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835), *Anastrepha pseudoparallela* (Loew, 1873), *Anastrepha striata* Schiner, 1868 e *Anastrepha sororcula* Zucchi, 1979 e *Anastrepha zenildae* Zucchi (1979)], são economicamente importantes no país, porém, dependendo da área de estudo, outras espécies podem vir a ser importantes em função dos hospedeiros que atacam e de suas abundâncias relativas (ZUCCHI, 2000).

O gênero *Anastrepha* Schiner, 1868, é originário das Américas, estando estabelecida dentro de sua provável área de origem, onde nenhuma espécie é considerada invasora (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000). Este gênero ocorre desde a América do Norte (sul da Flórida, Texas e México), América Central e do Sul, até o Norte da Argentina, bem como na maioria das ilhas do Caribe (ALUJA; 1994). No Brasil tem grande importância devido ao número elevado de espécies (115) e ampla distribuição causando danos econômicos em diversas plantas hospedeiras (266) (ZUCCHI, 2015).

A mosca-das-frutas sul-americana *A. fraterculus* destaca-se por ser polífaga e amplamente dispersa pelo Continente Americano, sendo praga-primária na Argentina, Uruguai e estados do Sul e Sudeste do Brasil (KOVALESKI et al., 2000; MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000; CLADERA et al., 2014).

Na Região Sul do Brasil, *A. fraterculus* representa mais de 90% das moscas-das-frutas capturadas em armadilhas de monitoramento nos pomares (GARCIA;

CORSEUIL, 1998; GARCIA, CAMPOS, CORSEUIL, 2003; PEREIRA-RÊGO et al., 2013). A elevada incidência de *A. fraterculus* nas principais frutíferas de Clima Temperado, cultivadas na região, é um dos principais fatores limitantes à produção (SALLES; KOVALESKI, 1990; GARCIA; CORSEUIL, 1998).

2.2 Danos e perdas na fruticultura

A fruticultura brasileira atualmente é considerada uma das maiores do mundo, no que se refere à produção de frutas frescas e área cultivada, todavia, é muito reduzida a produção destinada para o mercado externo, devido principalmente ao baixo nível tecnológico aplicado aos cultivos das fruteiras, em função de problemas fitossanitários (SOUZA FILHO; RAGA, 2001).

Devido à extensão territorial e à diversidade de climas do Brasil a produção das frutíferas está voltada não apenas às frutas de clima temperado, mas também as tropicais e subtropicais, totalizando cerca de 500 espécies de plantas produtoras de frutas comestíveis (ANDRADE et al., 2009). Diversos fatores favorecem o desenvolvimento da fruticultura no Brasil e, dentre estes, podem ser citados as condições favoráveis de clima, solo, disponibilidade de área, ampliação de investimentos públicos e privados em infraestrutura, capacitação, logística, inovação tecnológica (BUAINAIN; BATALHA, 2007).

A exportação de frutas ainda se encontra pequena no Brasil, devido à baixa visão de empreendedorismo por parte dos agricultores, pois estes não trabalham nenhum mecanismo de defesa para o alto índice de pragas agrícolas, deixando os frutos fora dos parâmetros de exportação. Um dos grandes causadores deste problema fitossanitário são as moscas-das-frutas, consideradas um dos principais obstáculos para a exportação de frutas (DUARTE; MALAVASI, 2000; LEMOS et al., 2002; CLARKE et al., 2005).

Nos últimos anos a densidade populacional de moscas-das-frutas vem aumentando nos pólos nacionais de fruticultura, devido à aplicação indiscriminada de agrotóxicos que afetam as populações de seus inimigos naturais, bem como o crescimento das áreas plantadas e à diversificação de hospedeiros (RODRIGUES-BARRETO, 2010).

Do total de espécies de moscas-das-frutas registradas no Brasil, apenas 51% tem pelo menos um hospedeiro conhecido (ZUCCHI, 2008). Desse modo, o conhecimento da diversidade de plantas silvestres e hospedeiras de tefritídeos em uma região é de fundamental importância para a implementação do manejo integrado das espécies-praga (ALUJA,1999). O registro de distribuição geográfica e plantas hospedeiras precisam ser catalogados, tornando-se, assim, referência básica para técnicos envolvidos com problemas quarentenários (ZUCCHI, 2000).

O levantamento das espécies de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e seus parasitoides são fundamentais para melhor compreensão da bioecologia desse grupo de insetos, dada sua importância econômica para a fruticultura mundial (ZILLI; GARCIA, 2010)

Os danos causados pelas moscas-das-frutas ocorrem devido à oviposição realizada nos frutos e o consequente desenvolvimento das larvas em seu interior. A punctura feita pelas fêmeas e as galerias abertas pelas larvas na polpa do fruto possibilitam a entrada de microrganismos fitopatogênicos. Desta forma, as perdas diretas são causadas pela diminuição da produção (frutos infestados que caem precocemente ao chão); aumento no custo da produção (medidas de controle como aplicação de inseticidas, ensacamento, monitoramento populacional); menor valor da produção (frutas de baixa qualidade possuem menor valor comercial) e menor durabilidade nas prateleiras dos supermercados (as frutas infestadas com moscas-das-frutas apodrecem mais rapidamente). Além das perdas diretas na produção, essas pragas constituem-se no maior entrave quarentenário para a exportação de frutas frescas para o Japão, Estados Unidos e países da União Europeia. Esses países são os principais consumidores e importadores de frutos do mundo, os quais impõem medidas fitossanitárias e tratamentos pós-colheita para frutas oriundas de países com comprovada ocorrência dessas espécies-praga (MALAVASI, 2001).

No Brasil, as espécies de moscas-das-frutas que apresentam restrições quarentenárias para outros países são*: A. fraterculus, A. obliqua, A. grandis, C. capitata e B. carambolae* (NUNES et al., 2012). As perdas diretas e indiretas ocasionadas à fruticultura pelas moscas-das-frutas estima-se que ultrapassem dois bilhões de dólares, tornando-as, o maior problema da fruticultura mundial e o principal fator que impede o livre comércio de frutas em todo o mundo. No Brasil, as perdas

causadas diretamente na produção, no custo do seu controle e na perda de mercados de exportação situam-se entre U$ 120 e 200 milhões anuais (ZUCCHI et al., 2004).

2.3 Métodos de controle da mosca-das-frutas sul-americana

O controle da mosca-das-frutas sul-americana no sistema convencional é realizado com base na aplicação de iscas tóxicas e através da pulverização de inseticidas organofosforados e piretróides em cobertura, que controlam os estágios imaturos no interior dos frutos e impedem a formação de galerias (KOVALESKI; RIBEIRO, 2003barry).

No entanto, os inseticidas organofosforados e piretróides apresentam alta toxicidade e possibilidade de deixar resíduos tóxicos nos frutos (SCOZ; BOTTON; GARCIA; CORSEUIL, 2004; CHAVARRIA et al., 2007; WEBER et al., 2009). Além disso, na maioria das vezes, as aplicações são realizadas com base em calendários pré-estabelecidos e sem monitoramento (FORMOLO et al., 2011).

O emprego desses inseticidas não tem evitado danos causados por *A. fraterculus*, e como alternativa às pulverizações em cobertura, o uso de iscas tóxicas passou a ser recomendado como principal estratégia de controle no manejo da espécie (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2010; BOTTON; ARIOLI; MACHOTA JR., 2015). As iscas tóxicas são formuladas nas propriedades misturando proteína hidrolisada ou melaço de cana-de-açúcar com inseticidas, geralmente organofosforados (HARTER et al., 2010).

O monitoramento populacional é essencial e o principal pré-requisito para o controle racional e eficiente das moscas-das-frutas, possibilita quantificar a sua população, permitindo conhecer as espécies de moscas mais frequentes, flutuações populacionais e densidade da praga. Os dados representam a realidade do campo e são usados para determinar o nível de controle, evitando pulverizações de inseticidas baseados apenas em calendário. Com isso, diminui o custo de produção com economia de agrotóxicos e o nível de resíduos nos alimentos e no meio ambiente (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000; RONCHI-TELES; SILVA, 2005).

O conhecimento de plantas hospedeiras, em cada região onde se pretende estabelecer um programa de monitoramento e controle de moscas-das-frutas, é

essencial para o sucesso das medidas de controle, uma vez que o ataque a pomares inicia-se por populações migrantes (SOUZA FILHO; RAGA; ZUCCHI, 2003).

Nos últimos anos têm sido preconizados o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que usa vários métodos de controle para reduzir as populações das pragas a níveis que não acarretem danos econômicos (NORRIS; CASWELL-CHEN; KOGAN, 2003).

Dentre os métodos de controle preconizados pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP) para mosca-das-frutas, destacam-se a coleta e destruição dos frutos infestados, o ensacamento de frutos, controle biológico através da preservação dos inimigos naturais, controle biológico aplicado empregando entomopatógenos e parasitoides, além da técnica do inseto estéril (CARNEIRO; SALLES, 1994; SIVINSKI, 1996; MONTOYA et al., 2000; LIPP; SECCHI, 2002; RODRIGUES-DESTÉFANO et al., 2005; ALMEIDA et al., 2007; TOLEDO et al., 2007; PARANHOS et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2011; HERNANDES; BLAIN; PEDRO JUNIOR, 2013; GARCIA; RICALDE, 2013; JAHNKE; REYES; REDAELLI, 2014)

Dentre os inimigos naturais das moscas-das-frutas, Braconidae (Opiinae) são os mais importantes na Região Neotropical, sendo as espécies de *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911), *Utetes anastrephae* (Viereck, 1913) e *Opius bellus* (Gahan, 1930) as principais espécies responsáveis pelo parasitismo natural no Brasil (CANAL; ZUCCHI, 2000).

Além desses métodos, inúmeras pesquisas têm sido realizadas visando a busca e utilização de produtos e sistemas de manejo ecologicamente corretos, como por exemplo, utilização de inseticidas vegetais, que venham a contribuir para o controle das moscas-das-frutas e demais pragas (VIEGAS JÚNIOR, 2003).

A utilização de plantas com atividade inseticida, não é uma técnica recente no controle de pragas, hoje há cerca de 400 espécies de plantas com atividades inseticidas já conhecidas de forma popular ou científica, pertencentes a diversas famílias botânicas, estão se tornando cada vez mais objeto de estudo visando melhor compreender esta relação (AZEVEDO et al., 2010). As plantas com atividade inseticida podem causar diversos efeitos sobre os insetos, tais como repelência, inibição de oviposição e alimentação, alterações no sistema hormonal, causando distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases (ROEL, 2001).

Dentre as diversas famílias botânicas, a Meliaceae se destaca de forma promissora tanto pelo número de espécies vegetais com atividade inseticida como pela eficiência de seus extratos. Nessa família incluem-se o Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e o Cinamomo (*Melia azedarach* L.) (ROEL et al., 2000).

Alguns trabalhos de pesquisa já foram realizados utilizando a azadiractina para avaliar a sua eficiência no controle das moscas-das-frutas (VAN RANDEN; ROITBERG, 1998; DIILIO et al., 1999; SALLES; RECH, 1999; CIOCIOLA JUNIOR; MARTINEZ, 2002; SINGH, 2003; BARRY; SCIARAPPA; TEIXEIRA, 2005; FRANÇA et al., 2010)

Extratos de folhas e sementes de nim contém azadiractina, salanina, meliantriol e nimbim, com comprovada ação inseticida. A azadiractina interfere no funcionamento das glândulas endócrinas que controlam a metamorfose nos insetos, impedindo o desenvolvimento da ecdise, apresentando, ainda, atividade fagoinibidora, além de antialimentar, repelente e inseticida (SIMÕES et al., 2007).

Trabalhos realizados com extratos vegetais demonstraram efeitos negativos do Nim sobre a maturação e viabilidade dos ovos de *Rhagoletis indifferens* Curran (Diptera: Tephritidae) (VAN RANDEN; ROITEBERG, 1998). E também foi constatado o efeito de extratos de Nim e de cinamomo sobre fêmeas de *A. fraterculus* expresso pela redução na oviposição e no desenvolvimento larval e pupal (SALLES; RECH, 1999).

Chen et al. (1996) avaliaram o efeito deterrente de oviposição de extratos da amêndoa de nim sobre *Bactrocera dorsalis* (Hendel) em pulverização sobre frutos de goiaba (*Pisidium guajava* L.) em condições de laboratório, em testes com e sem chance de escolha. No teste sem chance, os autores demostraram redução de 99,5 % na oviposição, enquanto que nos testes com chance escolha houve redução de 96% nos tratamentos com concentração igual ou superior a 1,0%.

Da mesma forma, Singh e Singh (1998) apontaram a deterrência para oviposição quando extratos aquosos e orgânicos da amêndoa de nim foram pulverizados sobre frutos de goiaba e abóbora (*Cucurbita* spp) e logo após, expostos a *B. dorsalis* e *Bactrocera curcubitae* (Coquillett), respectivamente.

Valencia-Botín, Bautista-Martinez e Lopez-Buenfil (2004), estudando o efeito do nim sobre a oviposição de *Anastrepha ludens* Loew, expuseram aos insetos frutos de laranja (*Citrus sinensis* L.) tratados com extratos aquosos de sementes (3 e 5%) e

um produto comercial a base de nim (Neemix 5%), além da testemunha e, após oito dias, avaliaram o número de larvas por tratamentos. Verificaram que nos frutos tratados com extrato a 5% e com o Neemix não houve registro de larvas; no extrato com menor concentração (3%) registraram-se, em média, três larvas por fruto e na testemunha, 26 larvas por fruto. Os autores justificaram a ausência ou menor número de larvas como sendo devido à repelência.

2.4 Aperfeiçoamento da técnica de criação de *Anastrepha fraterculus*

A partir da década de 70 com o advento do Manejo Integrado de Pragas, houve uma mudança na mentalidade de ver o controle de pragas, pois cada vez mais procura-se manter os insetos abaixo do nível de dano econômico, levando-se em conta aspectos econômicos, ecológicos e sociais. Para a implementação de novos programas de MIP no Brasil, principalmente na fruticultura é necessário que se conheça não só as características biológicas das pragas, mas como mantê-las em laboratório, para que estudos sejam realizados de forma contínua, sem esperar a ocorrência natural do inseto em condições de campo (NUNES et al., 2012).

Existem três tipos de criações: em pequena escala, as quais são utilizadas para pesquisas básicas ou gerais, em média e em grande escala (criações massais) que são voltadas para parte aplicada. Com isso houve o desenvolvimento de técnicas de criação de insetos em dieta artificial para o desenvolvimento de criações massais para controle de pragas, envolvendo a produção de milhões de insetos em laboratório. Com tais possibilidades, foram facilitados estudos em fisiologia, toxicologia, relação inseto-planta, patologia, biotecnologia, entre outros, gerando avanços à entomologia moderna (PARRA, 2000).

Várias espécies têm sido criadas em dieta artificial em condições de laboratório: *Bactrocera tryoni* (Froggatt, 1897), *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912), *Bactrocera cucurbitae, Anastrepha suspensa* (Loew, 1862*), Anastrepha ludens* (Loew, 1873), *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835)*, Ceratitis capitata* e mais recentemente, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830). (NUNES et al., 2012).

No México encontra-se o maior número de espécies do gênero *Anastrepha* sendo criadas em laboratório de maneira massal. A primeira espécie a ser criada foi *A. ludens* na década de 1950 (SARH, 1985). Em 1977, *C. capitata* invadiu os territórios

ao Sul do México e desde então a técnica do inseto estéril (TIE) tornou-se muito relevante neste país, sendo uma das formas de manejo integrado em área-ampla adotado pelo governo, em cooperação com o USDA (SCHWARZ et al., 1985).

A partir de 1996, com a realização do Workshop da FAO/IAEA sobre criação massal de *A. fraterculus* em Viña Del Mar (Chile) e com participação de pesquisadores da Argentina, Brasil, Colômbia e Peru, foram abordados avanços e dificuldades com a criação dessa espécie sob condições de laboratório (ORTIZ, 1999). Os pesquisadores chegaram ao consenso de que os maiores problemas estavam em encontrar uma técnica que proporcionasse uma oviposição efetiva, sem perda de fertilidade e dietas artificiais mais baratas. As primeiras técnicas de criação de *A. fraterculus* foram desenvolvidas por González (1971), a criação até então era realizada com dieta artificial descrita por Finney (1956) para *C. capitata* e era utilizada para a criação de *A. ludens* no México a base de levedura de torula (GONZÁLEZ, 1971).

O primeiro grande avanço na criação de *A. fraterculus* foi obtido a partir dos estudos realizados por Salles (1992), utilizando como substrato para oviposição “frutos artificiais” constituídos de ágar, água destilada, suco concentrado de amora preta (*Morus nigra* L.) e nipagin, envoltos em parafilme. Para os adultos a dieta era a base de açúcar mascavo, proteína hidrolisada de milho, água destilada e mel. E para as larvas, a dieta era a base de açúcar, levedura de cerveja e gérmen de trigo. Com este sistema de criação foi possível o estabelecimento da criação de *A. fraterculus* em laboratório, e até hoje é a melhor dieta para sua criação.

Trabalhos realizados por Alama (1999), do Laboratório de Cría y Esterilización de Moscas de la Fruta (Peru) utilizaram uma tela de oviposição que consistia de uma malha de cor vermelha com parafina, impregnada com suco de manga, em gaiolas com 3.000 adultos. Na Colômbia, Nuñez e Guzman (1999) estabeleceram uma criação artificial a partir de *A. fraterculus* coletada em café (*Coffea arabica* Lineu, 1753).

Jaldo, Gramajo e Willink (2001) descreveram um método potencial de criação massal, para a oviposição foi utilizado um painel, o qual possuía um tecido tipo voal, coberto com uma fina camada de silicone e uma espuma externa umedecida com uma mistura de água e suco de pêssego para evitar o ressecamento dos ovos e atração das fêmeas para o tecido de oviposição. Com o sistema de oviposição utilizado neste

trabalho, houve um aumento significativo na viabilidade dos ovos em torno de 84%, portanto, superior aos valores obtidos por Nuñez e Guzman (1999) que obtiveram 66% de viabilidade e Salles (1992, 1999) obteve uma viabilidade variável de 20 a 70%, os quais utilizaram “frutos artificiais”, como substrato para oviposição.

Braga Sobrinho et al. (2006) estudaram diferentes dietas para a criação massal de adultos e larvas de *A. fraterculus* no Laboratório de Entomologia, Agricultura e Biotecnologia da Agência Internacional de Energia Atômica e da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação FAO/IAEA em Seibersdorf, Áustria.

Vera et al. (2007) apresentaram valores dos parâmetros biológicos de controle de qualidade de uma população de *A. fraterculus* criada em laboratório durante três anos na Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (Tucumán, Argentina). A colônia inicial foi estabelecida em 1997, a partir de insetos coletados em goiabas e desde então, nenhum material selvagem foi introduzido. As condições de criação foram as propostas por Jaldo, Gramajo e Willink (2001) com algumas modificações, como a temperatura (25±1ºC), umidade da sala de adultos (80±10%) e a densidade de ovos colocados na dieta larval (11 ovos/g dieta).

Nunes et al. (2012) realizaram um trabalho com o intuito de obter dietas adequadas e econômicas para a criação massal de *A. fraterculus* e tiveram como objetivo a readequação da dieta artificial para o desenvolvimento larval, além de testar diferentes dietas artificiais para a criação de adultos da mosca-das-frutas sul-americana. Os estudos foram desenvolvidos no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP), em Piracicaba (SP).

Morelli et al. (2012) utilizaram fontes proteicas oriundas de produtos comerciais nacionais (Bionis) e observaram melhores resultados nos parâmetros biológicos avaliados em relação a fonte proteica importada e diminuição em mais de 80% no custo de produção.

De maneira geral, estes trabalhos demonstram que a criação de *A. fraterculus* utilizando dieta artificial é viável para manter populações em laboratório. Porém, em diversas situações, é comum a existência de dificuldades quando os laboratórios utilizam a dieta artificial para criar os insetos, principalmente durante a obtenção de ovos em frutos artificiais, além do alto custo para obtenção dos produtos para confecção das dietas artificiais. Isso, muitas vezes, resulta na perda total das colônias

e, consequentemente, de tempo e recursos. Sendo assim, é importante a multiplicação das moscas-das-frutas em hospedeiro natural para manter populações estoques no caso da necessidade de reposição de indivíduos (MACHOTTA JR et al., 2010).

Machotta Jr et al. (2010) realizaram uma técnica de criação de *A. fraterculus* em laboratório utilizando como hospedeiro natural mamão-papaia (*Carica papaya* L.). O trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho, localizado em Bento Gonçalves, RS, e o substrato utilizado para o desenvolvimento das larvas foi o mamão-papaia, o qual mostrou-se como um bom hospedeiro para a manutenção de *A. fraterculus* em laboratório, porem houve a ocorrência de microrganismos, como fungos que prejudicaram a viabilidade.

Capitulo 1 – Bionomia de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em manga (*Mangifera indica* L.) em laboratório

3.1 Introdução

No Brasil, as espécies de moscas-das-frutas de importância econômica pertencem a cinco gêneros: *Anastrepha* Schiner, *Rhagoletis* Loew, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* Macleay e *Dacus* Fabricius (GARCIA, 2009). O primeiro é o mais importante, sendo que das espécies já descritas para o mundo, 115 possuem registro para o País (ZUCCHI, 2015).

Estes indivíduos constituem o maior grupo de insetos fitófagos de importância mundial (ALUJA, 1999). Em seu estágio de desenvolvimento larval, alimentam-se de frutos de diversas espécies botânicas (GONÇALVES et al., 2006; GARCIA; NORRBOM, 2011; RONCHI-TELES, et al. 2011).

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) é uma das espécies de maior importância no Brasil, com ocorrência em praticamente todos os Estados, na região Sul é a espécie predominante nos pomares (SALLES; KOVALESKI, 1990; SALLES, 1995; GARCIA; CORSEUIL, 1998; GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 2003; GARCIA; LARA, 2006; NUNES et al., 2012).

Os danos provocados pelo inseto devem-se às lesões (puncturas) provocadas pela introdução do ovipositor (acúleo) na epiderme dos frutos e devido ao desenvolvimento das larvas, as quais se alimentam da polpa, tornando-os inviáveis para o comércio, além dos danos indiretos em razão das restrições impostas pelos países importadores (SANTOS et al., 2008; ZART; BOTTON, FERNANDES,2011; NUNES et al., 2012; BISOGNIN et al., 2013).

Devido a sua importância, *A. fraterculus* têm sido criada em laboratório mediante o uso de dietas naturais ou artificiais (GONZALEZ, 1971; SALLES, 1995; JALDO; GRAMAJO; WILLINK, 2001; SCOZ; BOTTON; GARCIA; CORSEUIL 2004; BRAGA SOBRINHO et al., 2006; VERA et al., 2007). A criação de *A. fraterculus* utilizando dieta natural é uma alternativa viável para manter populações em laboratório, fornecendo indivíduos para experimentos de comportamento e controle, sendo uma alternativa para laboratórios que não dominam a técnica de criação em dieta artificial ou pretendem manter pequenas populações (MACHOTTA JR et al., 2010).

Embora, a maioria dos laboratórios utilizarem frutos de mamão-papaia (*Carica papaya* L.) para a criação da mosca-das-frutas sul-americana, outros frutos vêm sendo utilizados para a sua criação, como é o caso da manga (*Mangifera indica* L.). O conhecimento da biologia e do comportamento das moscas-das-frutas é importante para a compreensão do ciclo de vida e das estratégias reprodutivas destes tefritídeos (MALAVASI; MORGANTE, 1980).

É fundamental a realização de pesquisas científicas sobre moscas-das-frutas para melhor compreender a bioecologia das espécies de importância econômica e quarentenária e de potenciais espécies-praga. Neste sentido, objetivou-se verificar a biologia e tabela de vida de *A. fraterculus* em frutos de manga (*Mangifera indica* L.).

3.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Ecologia de insetos, localizado no Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética da Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS.

3.2.1 Estabelecimento da criação de *A. fraterculus*: Para o estabelecimento da criação de manutenção de *A. fraterculus* em condições de laboratório, foram coletados frutos de araçá (*Psidium cattleianum* Sabine, 1821) infestados, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma pertencente à Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado no Centro Agropecuário da Palma no município de Capão do Leão, no Estado do Rio Grande do Sul.

Os frutos foram colocados em potes de polietileno e com o início da pupação, diariamente, a vermiculita foi peneirada e os pupários foram transferidos para caixa tipo gerbox (11 x 11x 3,5cm) contendo vermiculita, onde permaneceram até a emergência. Após, uma parte dos adultos foram colocados em Tubo eppendorf (1,5 ml) com álcool 70% para identificação e os demais foram transferidos para sala climatizada com temperatura (25±2ºC), UR (70±10%) e fotofase (12 horas) para estabelecimento da criação.

Os insetos emergidos foram colocados em gaiolas de polietileno (50 x 40 x 40cm), revestidas com tecido tipo voal contendo uma abertura lateral para a introdução de alimento e dos frutos. Os adultos foram alimentados com uma dieta sólida a base de: açúcar refinado, extrato de levedura (BIONIS® YE MF e NS) e gérmen de trigo, na proporção de 3:1:1, sendo oferecida em placa de Petri (9cm de diâmetro) e uma placa de Petri (9cm de diâmetro) contendo algodão hidrófilo embebido em água destilada. Em cada gaiola, foi colocada uma placa de Petri contendo as pupas, o alimento para os adultos (seguindo a mesma metodologia), como é possível verificar na figura 1.

Figura 1 – Sistema de criação de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) no Laboratório de Ecologia de Insetos (1) Caixa de polietileno semitransparente (30L) utilizada como gaiola para acondicionar os adultos de *Anastrepha fraterculus*. (2) abertura lateral para a introdução dos insetos e dos frutos. (3) Placas de Petri contendo o alimento e água. (4) Caixa polietileno com a tampa.
Fotos: Daiana Machado

As mangas (*Mangifera indica* L.) foram expostas por 24h para a oviposição de *A. fraterculus*, em gaiolas contendo 30 casais com aproximadamente 15 dias de idade e logo após, foram retiradas e acondicionadas em potes de polietileno (Contene ®), cobertos com TNT (tecido não tecido) para permitir aeração. Nos potes foi colocada uma camada de vermiculita de textura fina para absorver o excesso de umidade e servir como local de pupação. Diariamente a vermiculita foi examinada para retirada dos pupários. Em seguida, os pupários foram colocados em caixas tipo gerbox (11 x 11 x 3,5cm) contendo vermiculita, onde permaneceram até a emergência dos adultos.

3.2.2 Biologia de *A. fraterculus*: Para o estudo da biologia de *A. fraterculus* em dieta natural, foram utilizadas mangas (*Mangifera indica* L.) da cultivar Rosa e no estágio de início da maturação, sendo neste estágio que as moscas causam danos.

Os insetos foram provenientes da criação mantida no laboratório (terceira geração criada neste hospedeiro). Foram utilizadas 10 gaiolas de polietileno (50 x 40 x 40cm), sendo que em cada uma foram colocados 30 casais com idade de 15 dias, e uma manga com peso médio de 370,6g por um período de 24 horas.

Após 24h de exposição, os frutos foram retirados das gaiolas e acondicionados em potes polietileno (Contene ®), com uma camada fina de vermiculita para absorver o excesso de umidade e cobertos com TNT (tecido não tecido) para permitir aeração. Após uma semana, a vermiculita foi peneirada diariamente para retirada dos pupários, os quais foram quantificados, pesados e transferidos para tubos de acrílico (2,5 x 4,8 x 2,5 cm) contendo vermiculita fina, até a emergência. Foram avaliados os seguintes parâmetros biológicos: duração do período ovo-larva, duração e viabilidade do estágio de pupa, duração do período ovo-adulto, peso médio de pupas (24h) e razão sexual, utilizando-se a equação: RS = fêmea / fêmea + macho, seguindo metodologia de Silveira Neto et al. (1976).

Logo após a emergência, foram individualizados 25 casais em gaiolas feitas a partir de copo de polietileno (500mL). Na parte inferior, os copos foram cortados e colocado tecido tipo voal para permitir aeração. Os casais foram alimentados com a mesma dieta descrita anteriormente, fornecida em recipiente polietileno com capacidade de 4,0 g, e água (Figura 2). Foram realizadas observações diárias e registrada a fecundidade diária e a mortalidade, para a determinação dos seguintes parâmetros: período de pré-oviposição, fecundidade diária e total, fertilidade e longevidade de machos e fêmeas.

Figura 2 – Gaiola utilizada para individualizar os casais de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), contendo fruto artificial para a oviposição, alimento e água para os adultos.
Foto: Daiana Machado

Para a fecundidade foi utilizado como substrato de oviposição “frutos artificiais”, compostos de: 8,5g de ágar, 350mL de água destilada, 75mL de suco concentrado de amora-preta (*Rubus* sp.) e 4mL de metilparahidroxibenzoato (Nipagin, Pharma Special, Santana de Parnaíba, SP) diluído em álcool, na proporção de 10%, conforme descrito por Salles (1992), após a solidificação os frutos foram envoltos por Parafilm®, os frutos artificiais foram oferecidos diariamente, até a morte das fêmeas.

Para a determinação da fertilidade, utilizaram-se os ovos da segunda e terceira oviposição, sendo retirados dos frutos artificiais com o auxílio de uma agulha, contados e colocados em placas de Petri (9cm de diâmetro) contendo um pano-esponja vegetal umedecido, papel filtro previamente disposto e um pedaço de pano tipo algodão de cor preta (para melhor visualização dos ovos). Em seguida, as placas foram fechadas e mantidas em câmara climatizada (25 ± 1ºC) (Figura 3), e após 72h foi determinada a viabilidade dos ovos.

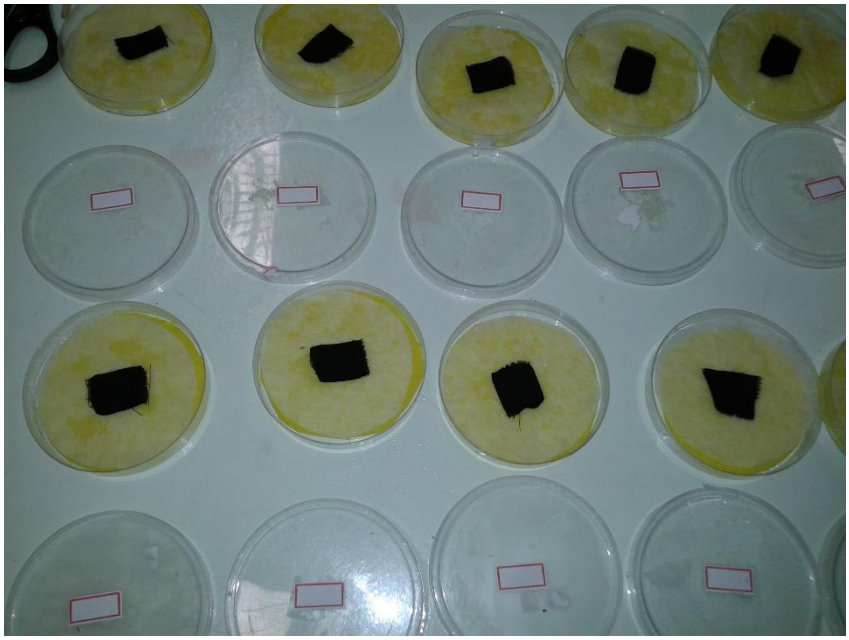

Figura 3 – Placas de Petri utilizadas para a verificação da fertilidade de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) contendo um pano-esponja vegetal umedecido, papel filtro previamente disposto e um pedaço de pano tipo algodão de cor preta (para melhor visualização dos ovos).
Foto: Daiana Machado

Através dos dados biológicos, determinou-se a tabela de vida de fertilidade de acordo com Silveira Neto et al., (1976) com base na taxa líquida de reprodução (Ro), o tempo médio de geração (T), taxa intrínseca de crescimento (rm) e razão finita de aumento (λ).

3.3 Resultados e Discussão

A média de duração do estágio ovo-larva foi de 16,6 dias, a duração do estágio de pupa foi em média de 14,7 dias, o peso médio de pupa encontrado neste estudo foi de 19,10 mg, a viabilidade pupal de 82,7%, a média de duração do período de ovo-adulto foi de 30,7 dias e a razão sexual foi próxima de 0,58 sendo observada uma proporção sexual de 1:1 (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios (±EP) dos parâmetros biológicos de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) criada em manga. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas

Parâmetro biológico	Manga	CV (%)
Duração do período ovo–larva (dias)	16,4 ± 0,16 (15,00 - 17,50)	18
Duração do estágio de pupa (dias)	14,7 ± 0,04 (14,00 – 15,00)	5
Peso da pupa (mg)	19,1 ± 0,15 (18,00 – 21,00)	14
Viabilidade Pupal (%)	82,7 ± 0,59 (66,6 – 100,00)	13
Duração do período ovo–adulto (dias)	30,7 ± 0,15 (28,9 – 31,6)	9
Razão sexual	0,58 ± 0,01 (0,33 – 1,00)	34

CV = Coeficiente de variação

Embora não haja relatos da duração dos diferentes estágios de desenvolvimento de *A. fraterculus* em frutos de manga, observou-se que, para o período ovo–larva, o resultado é semelhante ao constatado por Nunes (2010) em mamão com a mesma espécie (14,47 dias). Entretanto, Bisognin et al. (2013) em frutos de mirtilo *(Vaccinium ashei*), amora-preta *(Rubus* spp.), araçá *(Psidium cattleyanum)* e pitanga *(Eugenia uniflora*), relataram um período de ovo–larva, de 13,28 a 13,62 dias respectivamente.

A duração do estágio de pupa, encontrado neste trabalho foi próximo ao registrado por Bisognin et al. (2013) o qual, constataram uma duração para este estágio de 14,58 dias (pitanga), 14,42 dias (araçá), 13,95 dias (mirtilo) e 13,85 dias (amora). Além disso, Zart, Fernandes e Botton (2010) registraram em seu trabalho com uva da cultivar “Itália” a duração do estágio de pupa de 14,6 dias.

Em relação ao peso das pupas, Zart, Fernandes e Botton (2010) com bagas de uva “Itália” obtiveram peso de 15,10 mg, o qual foi inferior ao encontrado em manga (Tabela 1). Nunes (2010) encontrou peso médio de pupa de 17,96 e 13,54mg para mamão e maçã (*Malus domestica)*, respectivamente, com *A. fraterculus*.

Salles e Leonel (1996) relataram que o peso dos pupários é variável conforme o hospedeiro, assim como o número de larvas encontradas por fruto. Averill e Prokopy (1987) comprovaram essa hipótese, mencionando que a densidade larval nos frutos é o principal fator que influencia o peso de adultos de *Rhagoletis pomonella* (Walsh 1867) (Diptera: Tephritidae).

Em trabalhos realizados por Rattanapun, Amornsak e Clarke (2009) com o mesmo hospedeiro (manga) verificaram que a espécie *Bactrocera dorsalis* Hendel (Diptera, Tephritidae) tem preferência por mangas semi-maduras ou maduras em relação às verdes, devido à maior maciez do pericarpo, maior teor de SST e coloração mais atrativa.

A duração do período de ovo-adulto, em trabalhos realizados por Nunes (2010) em mamão e maçã, a duração do período ovo-adulto foi inferior ao encontrado no presente trabalho, de 28,33 dias, já em maçã observou uma duração superior, de 44,47 dias. Esta variação pode ser devido à inadequação do hospedeiro, considerado desfavorável para o desenvolvimento da espécie.

A duração do período de pré-oviposição foi em média de 11,7 dias e do período de oviposição foi de 49,5 dias, a viabilidade dos ovos foi de 50%, os machos e as fêmeas apresentaram longevidade média de 93,5 e 60,8 dias, respectivamente e a fecundidade total de *A. fraterculus* neste hospedeiro foi em média de 2.086 ovos/fêmea, sendo o mínimo de 144 e o máximo de 4.946 ovos (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros biológicos em valores médios (±EP) de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) criada em manga. Temperatura de 25±2ºC, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas

Parâmetros biológicos	Manga	CV (%)
Duração do período de pré-oviposição (dias)	11,7 ±0,54 (10,00 – 17,00)	23
Duração do período de oviposição (dias)	49,5 ± 4,79 (4,00 – 95,00)	48
Fecundidade total	2086 ± 247,9 (144,00 – 4,946)	59
Longevidade fêmeas (dias)	60,8 ± 4,96 (18,00 -106,00)	40
Longevidade machos (dias)	93,5 ± 9,22 (8,00 – 159,00)	49
Viabilidade de ovos (%)	50 ± 1,06 (7,5 – 92,5)	53

CV = Coeficiente de variação

Com relação ao período de oviposição, Nunes (2010) encontrou dados inferiores ao encontrado neste trabalho, sendo de 40,46 dias para maçã e 17,21 dias para mamão, respectivamente

Em relação a longevidade de femeas e machos, Salles (2000), encontrou longevidade média para fêmeas e machos de *A. fraterculus* igual a 161 dias

O número máximo de ovos por semana foi de 368,2 e ocorreu na primeira semana após o início da oviposição e o número médio de ovos foi de 247,9 durante as 14 semanas de oviposição (Figura 4).

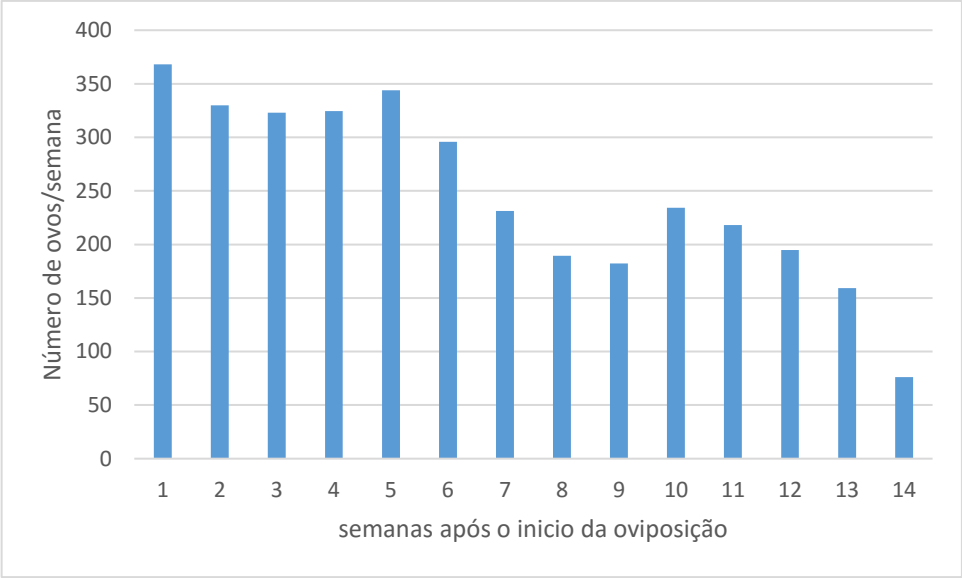

Figura 4 - Número médio de ovos de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) obtidos por semana após o início da oviposição (temperatura 25 ± 2 ºC; UR 70 ± 10%; fotofase 12 horas).

Machotta et al. (2010) em seu trabalho com biologia de *A. fraterculus* em mamão constataram que as fêmeas produziram uma média de 262 ± 48 pupas/semana e ovipositaram durante 13 semanas.

A longevidade dos adultos, diferiu entre os sexos, os machos tiveram uma maior longevidade, apresentando uma média de (23 semanas) e as fêmeas (16 semanas) (Figura 5).

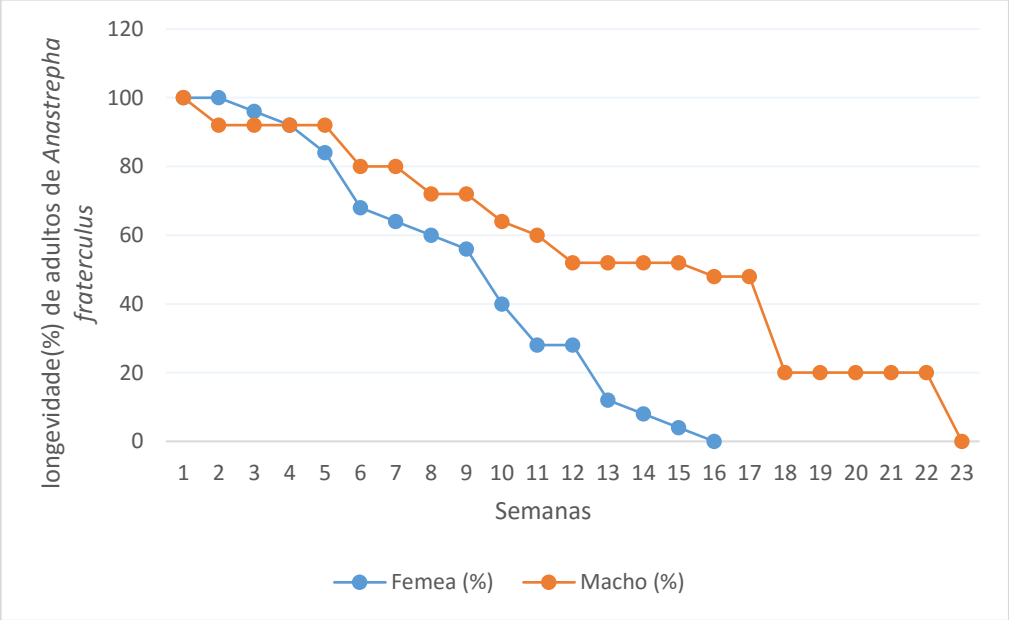

Figura 5 - Porcentagem de longevidade de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) (machos e fêmeas) em temperatura 25 ± 2 ºC; UR 70 ± 10%; fotofase 12 horas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Machotta et al. (2010), sendo que em seu trabalho a sobrevivência dos machos teve duração maior (20 semanas) quando comparada a das fêmeas (19 semanas).

Com base na tabela de vida de fertilidade, obteve-se taxa líquida de reprodução (Ro) de 561,84 fêmeas adicionadas à população por fêmea à cada geração (♀/♀ por geração). O alto valor de Ro obtido indica que houve rápida adaptação à dieta natural e reflete a ótima adequação da manga como um hospedeiro para *A. fraterculus.* Segundo Parra (2001), os insetos podem demorar de cinco a sete gerações para se adaptarem a uma dieta artificial ou natural.

O intervalo médio entre gerações (T) foi de 57,26 dias. As fêmeas geraram diariamente mais de uma fêmea adicionada à população, com razão finita de aumento (λ) de 2,16, que é maior do que os valores observados por Sugayama et al. (1998), que relatou λ = 1,058 e λ = 1.031 para *A. fraterculus* em goiabas e maçãs ('Gala'), respectivamente. E taxa de crescimento (rm) de 0,77, demonstrando o potencial de utilização da dieta natural a base de manga para a multiplicação desta espécie em condições de laboratório.

3.4 Conclusões

A mosca-das-frutas sul-americana completa o seu ciclo biológico em frutos de manga, com um intervalo médio de geração de 57,26 dias;

Através dos parâmetros biológicos avaliados a manga é considerada um bom hospedeiro para *Anastrepha fraterculus*.

Tabela de vida reflete a ótima adequação da manga como um hospedeiro para *Anastrepha fraterculus.*

Capitulo 2 - Eficiência do óleo de nim como repelente de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em pêssego (*Prunus persica*) em laboratório

4.1 Introdução

O pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch] é uma das frutíferas mais apreciadas no mundo, sendo a 8ª em produção mundial, com 15,4 milhões de toneladas em uma área de 1,4 milhões de hectares. A China é o maior produtor mundial, com cerca de 63% de participação na oferta global, enquanto os Estados Unidos da América (EUA) e a União Europeia somam 32% da produção. Na América do Sul destaca-se o Chile, com 2% na produção mundial, seguido da Argentina e Brasil, que contribuem com 1,8 e 1,4%, respectivamente (AGRIANUAL, 2016).

No Brasil, a produção concentra-se nas regiões Sul e Sudeste, sendo o Estado do Rio Grande do Sul (RS) o maior produtor nacional, detendo aproximadamente 82% dessa área e uma produção de 123.000 toneladas (AGRIANUAL, 2016). Dentre os principais problemas associados à persicultura na região, destaca-se a ocorrência de insetos-praga, em vista do grande entrave de ordem fitossanitária que estes podem vir a causar, podendo inviabilizar o sistema de cultivo (GARCIA, 2009).

Dentre os insetos-praga a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) pode ser considerada uma das pragas de maior importância econômica, já que causa danos diretos e indiretos, podendo provocar perda total se medidas de controle não forem implementadas (ALBERTI; GARCIA; BOGUS, 2009; GARCIA; NORRBOM, 2011; NUNES et al., 2012; GARCIA; RICALDE, 2013, PEREIRA-RÊGO et al., 2013).

A incidência dessas moscas causa aumento nos custos de produção em razão das frequentes aplicações de inseticidas e perdas na produção, causando danos

diretos e limitações às exportações devido às restrições quarentenárias impostas pelos países importadores (BITTENCOURT et al., 2006).

O controle das moscas-das-frutas tem sido feito por meio de iscas tóxicas compostas de proteína hidrolisada associada a um inseticida e também pelo uso de produtos químicos aplicados em cobertura (HARTER et al., 2010). Devido as exigências do mercado consumidor, produtores têm adotado uma série de medidas visando minimizar o emprego de agrotóxicos, tais como: práticas de cultivo, monitoramento nos pomares, ensacamento de frutos e utilização de inimigos naturais, por meio de liberações inundativas ou preservando-os por meio do uso de produtos químicos seletivos e/ou alternativos, tais como inseticidas botânicos (LEMOS et al., 2002; CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003).

Um dos compostos naturais mais promissores é a azadiractina, extraída de plantas de nim (*Azadiractha indica*) (SCHMUTTERER, 1990, ASHER, 1993, VALLADARES et al., 1997; AZEVEDO et al., 2010).

O efeito de extratos vegetais de cinamomo (*Melia azedarach* Lin.1753) e nim (*Azadiractha indica*), sobre *A. fraterculus* foi estudado por Salles e Rech (1999), os autores observaram que os extratos apresentam ação inseticida pela redução da oviposição e do desenvolvimento larval e pupal.

A Meliaceae *A. indica* é conhecida internacionalmente por neem, sendo que no Brasil o nome foi aportuguesado para nim (MARTINEZ, 2002). O óleo de nim é extraído da semente da árvore de nim que se desenvolve nas regiões tropicais e subtropicais dos diversos continentes. Essa planta de origem asiática é considerada a planta inseticida mais importante do mundo (BRUNHEROTTO; VENDRAMIM, 2001).

Apresenta diversos compostos com atividade biológica, sendo que o principal composto é a azadiractina, que é tóxico a insetos, tem efeito de repelência, além de inibir a alimentação e crescimento destes (MORDUE; BLACKWELL, 1993; TEDESCHI; ALMA; TAVELLA, 2001; MEDINA et al., 2004; BRUCE et al., 2004; KUMAR; POEHLING; BORGEMEISTER, 2005). Os derivados do nim possuem vários modos de ação sobre os insetos, entre os quais é interessante destacar a sua atuação como repelente, deterrente alimentar (KOUL, 2005), deterrente de oviposição (NAUMANN; ISMAN, 1995), regulador de crescimento e esterilizante. Além disso, apresentam baixa toxicidade a animais de sangue quente e são rapidamente

degradados no solo e nas plantas, e não apresentam período de carência (ISMAN, 2006).

O Objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do óleo de nim na repelência para oviposição de *Anastrepha fraterculus* em pêssego.

4.2 Material e Métodos

Os estudos foram desenvolvidos no Laboratório de Ecologia de insetos, localizado no Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética (IB) da UFPel, Capão do Leão, RS, em condições controladas de temperatura de (25±2ºC), UR (70±10%) e fotofase (12 horas). As moscas foram obtidas da criação de manutenção da população de laboratório, criadas em manga (*Mangifera indica* L.).

4.2.1 Obtenção dos frutos: Os frutos foram coletados em um pomar de pessegueiro, localizado na Colônia Rincão da Cruz, no município de Morro Redondo, RS (31° 35' 18'' S; 52° 37' 47'' W) no período de outubro e novembro de 2015 (Figura 6).

No pomar foram selecionadas quatro plantas da cultivar de ciclo médio Vanguarda para a realização dos experimentos, sendo que este pomar não sofreu nenhum tratamento. Foram ensacados aleatoriamente 100 frutos cerca de 45 dias antes da colheita, os quais foram envoltos por uma estrutura de arame com saco de voal e amarrados nas pontas, a fim de evitar a infestação por moscas-das-frutas ou outros insetos.

Figura 6 - Vista do pomar de pessegueiro, localizado na Colônia Rincão da Cruz, no município de Morro Redondo/RS. Fonte: Google Maps.

4.2.2 Repelência para oviposição: foi avaliada a repelência/preferência para oviposição de *A. fraterculus* em pêssegos tratados com solução aquosa de óleo de nim puro (Azadiractina A/B 12g/L) na proporção de 1%, através de imersão dos frutos, em teste de livre escolha. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado e o fator de tratamento testado foi o óleo de nim em dois níveis (sem o produto e com o produto).

Cada unidade experimental foi constituída por uma gaiola contendo 40 casais de moscas com 15 dias de idade. As gaiolas de polietileno (50 x 40 x 40cm) foram revestidas com tecido voal contendo uma abertura lateral para a introdução de alimento e dos frutos. Os casais foram alimentados com dieta sólida a base de açúcar refinado, extrato de levedura (BIONIS® YE MF e NS) e gérmen de trigo (3:1:1), e água.

Para o teste de livre escolha utilizaram-se cinco repetições com 25 pêssegos em cada nível do fator de tratamento (com e sem). Primeiramente 25 pêssegos foram imersos na solução Azamax® a 1% por 30 segundos, logo após em cada gaiola foram colocados cinco pêssegos sem o produto e cinco contendo o produto.

Os pêssegos foram colocados nas gaiolas para oviposição por 24 horas e após a exposição, os frutos foram retirados e acondicionados em potes polietileno (300 mL) com vermiculita fina esterilizada ao fundo e papel filtro na parte superior para evitar o contato entre a vermiculita e o fruto, por fim os potes foram vedados na sua superfície com tecido voal e acondicionados em sala climatizada (Figura 7).

Figura 7 - (1) Potes polietileno (300 ml) com vermiculita fina esterilizada e papel filtro. (2) Potes polietileno contendo frutos de pêssegos. (3) Sala climatizada onde foram acondicionados os potes polietileno.
Fotos: Daiana Machado

Após sete dias, a vermiculita foi revisada diariamente para a retirada dos pupários, sendo acondicionadas em tubos de acrílico (2,5 X 8,5 cm) com tecido voal na porção superior da tampa, para aeração. Foram avaliados os seguintes parâmetros biológicos: número de pupas, viabilidade pupal (%), peso médio de pupas (mg) e razão sexual, utilizando-se a equação: RS = fêmea / fêmea + macho (SILVEIRA NETO et al., 1976).

4.2.3 Análise estatística: Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e, a independência dos resíduos por análise gráfica. Para as variáveis peso de pupas e razão sexual foi necessária a transformação $\sqrt{(x+0,5)}$. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F ($p \leq 0,05$). Constatando-se

significância estatística, os efeitos do óleo de nim (sem e com) foram comparados pelo teste t ($p \leq 0,05$).

4.3 Resultados e Discussão

No teste de repelência para oviposição de *Anastrepha fraterculus* foi observado que o produto Azamax® a 1% possui ação repelente para o tratamento de livre escolha. Em teste de livre escolha Silva (2003) constataram efeito repelente de óleo de nim sobre *C. capitata* em concentrações superiores a 0,10%.

No teste de livre escolha para a variável número de pupas ocorreu diferença significativa entre os frutos que não receberam (sem) e os que receberam aplicação do óleo de nim (com), e os maiores valores foram verificados para sem aplicação do produto, a aplicação do nim nos frutos de pêssego também afetou a fertilidade de *A. fraterculus*, onde foi registrada uma maior viabilidade pupal no tratamento sem aplicação, em relação razão sexual, houve diferença entre fatores de tratamento, com e sem nim (Tabela 3).

Tabela 3 - Ação de repelência do produto Azamax® (Azadiractina A/B 12g/L) na concentração de 1% para oviposição de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em testes de livre escolha em condições de laboratório. Temperatura 25 ± 2 ºC; UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas

Parâmetros biológicos	Tratamento	
	Livre escolha	
	Sem Nim 1%	Com Nim 1%
Número de pupas	10,26±3,99 a[1/]	0,12±0,08 b
Viabilidade pupal (%)	26,45±8,03 a	4,00±4,00 b
Peso de pupa (mg)	0,12±0,06 a	0,0009±0,00 b
Razão sexual	0,48±0,12 a	0,00±0,00 b

[1/]Médias (± erro padrão) acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Diferente do presente estudo, Lisboa (2013), verificou ação de repelência de nim em *C. capitata,* com maior diferença no tratamento de confinamento. Os quimiorreceptores tarsais estão envolvidos na seleção do local de oviposição dos insetos e respondem a aleloquímicos, como a azadiractina (BLANEY; SIMMONDS, 1990). Isso poderia explicar a menor taxa de oviposição de *A. fraterculus* em pêssego tratados com óleo aquoso de Nim, já que os adultos se movimentam pela superfície do fruto antes da oviposição. Este comportamento sugere que o nim apresenta compostos voláteis, os quais repelem à sua oviposição, impedindo que o inseto continue a ovipositar nos frutos, mostrando o efeito inibitório do produto sobre a espécie (BALDIN et al., 2007).

Mordue (Luntz) e Nisbet (2000) atribuem ao nim efeitos fisiológicos que interferem no crescimento, metamorfose, reprodução e processos celulares, muito mais consistentes que os de inibição alimentar. Em estudos realizados com adultos de *A. fraterculus,* Salles e Rech (1999) observaram uma redução na oviposição, no desenvolvimento larval e pupal quando estes foram alimentados com extratos de plantas de Nim e de Cinamomo. Resultados semelhantes foram observados em *Bactrocera dorsalis* (Hendel) que teve uma diminuição na oviposição em frutos de goiaba, pulverizados com extratos da amêndoa de nim em concentrações igual ou superior a 1,0% (CHEN et al., 1996).

Com relação a fertilidade de *A. fraterculus*, esse resultado foi similar aos encontrados por Schmutterer (1990) e Martinez (2002), os quais afirmam que, substâncias derivadas do nim, uma vez ingeridas pelos artrópodes, provocam esterilidade das células reprodutivas, reduzindo a fertilidade e a fecundidade dos indivíduos.

Em relação aos adultos emergidos foram observadas diferenças significativas no teste de livre escolha, sendo que no valor absoluto foram 80 adultos emergidos nos frutos sem o nim e apenas 1 nos frutos com nim.

4.4 Conclusão

Azamax® (Azadiractina A/B 12g/L), na concentração de 1% possui ação de repelência para oviposição de *A. fraterculus* e efeito sobre sua biologia.

5 Considerações Finais

O conhecimento da biologia e do comportamento das moscas-das-frutas é importante para a compreensão do ciclo de vida e das estratégias reprodutivas destes tefritídeos.

É fundamental a realização de pesquisas científicas sobre moscas-das-frutas para melhor compreender a bioecologia das espécies de importância econômica e quarentenária e de potenciais espécies-praga.

Os frutos de manga através dos parâmetros biológicos avaliados constituíram um bom hospedeiro para *Anastrepha fraterculus*.

Os resultados mostram a importância de novos estudos visando melhor compreender a ações do óleo de nim, visando controles alternativos de pragas como *A. fraterculus*.

6 Referências

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, Consultoria e Comércio, 2016. 520p.

ALAMA, D. Ensayos para determiner niveles de oviposicion de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) sobre fruta y dispositivos artificiales. In: The South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann); advances in artificial rearing, taxonomic status and biological studies 1999. **Proceedings of a workshop organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Viña del Mar**, Chile, n.1-2, p.79-83, 1999.

ALBERTI, S.; GARCIA, F. R. M.; BOGUS, G. M. Moscas-das-frutas em pomares de pessegueiro e maracujazeiro, no Município de Iraceminha, Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1565-1568, 2009.

ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; OLIVEIRA, F. C.; RAGA, A. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi and nematode on medfly *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **BioAssay**, v.2, n.1, p.1-7, 2007.

ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review Entomology**, v.39, n.1, p.155-178, 1994.

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

ALVES, M.C.S.; FILHO, S.M.; INNECCO, R.; TORRES, S.B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Revista Pesquisa agropecuária brasileira,** v.39, n.11, p.1083-1086, 2004.

ANDRADE, J. C.; NORBERTO, P. M.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; PEREIRA, L. V.; RESENDE, S. G. Pesquisa de mercado de frutas em São João DelRei, MG. Belo Horizonte - MG: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 3 p. **(Circular Técnica n. 77**). 2009.

ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Society. v. 387, 1990. 214p

ARRUDA, F. P.; BATISTA, J. L. Efeito da luz, de óleos vegetais e de cultivares de caupi na infestação do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr.,1775))(Coleoptera:Bruchidae). **Caatinga**, v.11, n.1/2, p.53-57, 1998.

ASHER, K. R. S. Nonconventional insecticidal effects of pesticide available from neem tree (*Azadirachta indica*). **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v. 22, n.3-4, p. 433-449, 1993.

AVERILL, A.L.; PROKOPY, R.J. Intraspecific competition in the tephritid fruit fly *Rhagoletis pomonella*. **Ecology**, v.68, n.1, p.878-886, 1987.

AZEVEDO, F. R.; GUIMARÃES, J. A.; SIMPLÍCIO, A. A. F.; SANTOS, H. R. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri cearense. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 1, p.33-41, 2010.

BALDIN, E. L. L; SOUZA D. R; SOUZA E. S; BENEDUZZI R. A. Controle de mosca branca com extratos vegetais em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n.4, p.602-606, 2007.

BARRY, J. D.; SCIARAPPA, W. J.; TEIXEIRA, L. A. F. Comparative effectiveness of different insecticides for organic management of blueberry maggot (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n.4, p. 1236-1241, 2005.

BATEMAN, M.A. The ecology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v.17, n.1, p.493-517, 1972.

BELL, A.; FELLOWS, L.E.; SIMMONDS, M.S.J. Natural products from plants for the control of insect pests. In: HODGSON, E.; KUHR, R.J. **Safer insecticide development and use.** New York and Basel, Marcel Dekker, 1990. p.337-383.

BISOGNIN, M; NAVA, D. E.; LISBÔA, H.; BISOGNIN, A. Z.; GARCIA, M. S.; VALGAS, R. A.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; BOTTON, M.; ANTUNES, L. E. C. Biologia da mosca-das-frutas sul-americana em frutos de mirtilo, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.2, p.141-147, 2013.

BITTENCOURT, M.A.L; COVA, A. K. W; SILVA, A. C. M.; SILVA, V. E. S.; BOMFIM, Z. V.; ARAÚJO, E. L.; FILHO, M. F. DE S. Espécies de moscas-das-frutas (Tephritidae) obtidas em armadilhas McPhail no Estado da Bahia, Brasil. **Ciências Agrárias**, v.27, n.4, p.561-564, 2006.

BLANEY, W. M.; SIMMONDS, M. S. J. A behavioural and electrophysiological study of the role of tarsal chemoreceptors in feeding by adults of *Spodoptera littoralis*, *Heliothis virescens* and *Helicoverpa armigera*. **Journal Insect Physiol**, v.36, n.10, p. 743-756, 1990.

BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Biotema,** v. 22, n.3, p. 67-75, 2009.

BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; MACHOTA JR., R. Manejo de Pragas. In: GARRIDO, L. da R.; HOFFMANN, A.; SILVEIRA, S. V. da (Eds.). **Produção integrada de uva para processamento:** manejo de pragas e doenças. Brasília, DF: Embrapa, 2015. v.4, 85p.

BRAGA SOBRINHO, R.; CACERES, C.; ISLAM, A; WORNOAYPORN, V.; ENKERLIM, W. Improving mass rearing technology for southamerican fruit fly (Diptera: Thephritidae). **Caatinga**, v.19, n.3, p.310-316, 2006.

BRUCE, Y. A.; GOUNOU, S.; CHABI-OLAYE, A.; SMITH, H.; SCHULTHESS, F. The effect of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) oil on oviposition, development and reproductive potentials of *Sesamia calamitis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) and *Endana saccharina* Walker (Lepdoptera: Pyralidae). **Agricultural and Forest Entomology**, v. 6, n.3, p. 223-232, 2004

BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, J.D. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, v.30, n.3, p.455-459, 2001.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. Cadeia produtiva de frutas. Brasília - DF: MAPA/SPA, 102 p. (**Série agronegócios v.7**). 2007.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário**. Jaguariúna, São Paulo: Embrapa Meio Ambiente, 279 p., 2003.

CANAL, N.A.; ZUCCHI, R.A. Parasitóides - Braconidae. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-Frutas de Importância Econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2000. p.119-126.

CARNEIRO, R. M. D. G.; SALLES, L. A. B. Patogenicidade de *Paecilomyces fumosoroseus*, isolado CG 260 sobre larvas e pupas de *Anastrepha fraterculus* Wied. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, n.1, p.341-343, 1994.

CARVALHO, R. DA S. Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 17 p. (**Circular Técnica, 75**).

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

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; SÔNEGO, O. R.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.477-482, 2007.

CHAVARRIA, G.; ZART, M.; BOTTON, M.; SANTOS, H. P. DOS; MARODIN, G. A. B. Flutuação populacional de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em cultivo protegido e convencional de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.725-731, 2009.

CHEN, C.; DONG, Y.; CHENG, L.; HOU, R. F. Deterrent effect of neem seed kernel extract on oviposition of the Oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Guava. **Journal of Economic Entomology**, v.120, n.1, p.462-466, 1996.

CIOCIOLA JUNIOR, A.I.; MARTINEZ, S.S. Nim: alternativa no controle de pragas e doenças. Belo Horizonte: EPAMIG, 24p. (**Boletim Técnico n.67**). 2002.

CLADERA, J. L.; VILARDI, J. C.; JURI, M.; PAULIN, L. E.; GIARDINI, M. C.; CENDRA, P. V. G.; SEGURA, D. F.; LANZAVECCHIA, S. B. Genetics and biology of

Anastrepha fraterculus: research supporting the use of the sterile insect technique (SIT) to control this pest in Argentina. **BMC Genetics**, v.15, n.12, p.1-14, 2014.

CLARKE, A.R.; ARMSTRONG, K. F.; CARMICHAEL, A. E.; MILNE, J. R.; RAGHU, S.; RODERICK, G. K.; YEATES, D. K. Invasive phytophagous pests arising through a recent tropical evolutionary radiation: the *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v.50, n.1, p.293-319, 2005.

CRESONI-PEREIRA, C; ZUCOLOTO, F.S. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). In: PANIZI, A.R; PARRA, J.R.P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos-base para o manejo integrado de pragas.** Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica, p. 733-766. 2009.

DIILIO, V.; CRISTOFARO, M.; MARCHINI, D.; NOBILI, P.; DALLAI, R. Effects of a neem compound on the fecundity and longevity of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n. 1, p. 76-82, 1999.

DUARTE, A.L.; MALAVASI, A. Tratamentos quarentenários. In: MALAVASI, A.; R.A. ZUCCHI. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:** conhecimentos básico e aplicado. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2000. p.187–192.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMITZ, J.D; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, v.33, n.1, p.109-120, 2011.

FAO - **Food and Agriculture Organization of The United Nations**. Food and Agricultural commodities production. Disponivel em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 9 fev. 2016.

FINNEY, G.L. A fortifield carrot medium for mass culture of the Oriental fruit fly and certain other Tephritidae. **Journal of Economic Entomology**, v.49, n.1, p.134-136, 1956.

FORMOLO, R.; RUFATO, L.; BOTTON, M.; MACHOTA JR., R. Diagnóstico da área cultivada com uva fina de mesa (*Vitis vinifera* L.) sob cobertura plástica e do manejo de pragas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.103-110, 2011.

FRANÇA, W. M.; ALVARENGA, C. D.; GIUSTOLIN, T. A.; OLIVEIRA, P. R.; CRUZ, P. L.; LOPES, G. N.; PARANHOS, B. A. J. Efeito do nim (*Azadirachta indica*) na mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) e seu parasitoide

Diachasmimorpha longicaudata (Hymenoptera: Braconidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 1, p. 57-64, 2010.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GARCIA, F. R. M. Fruit flies: biological and ecological aspects, pp. 1-35 In R. R. Bandeira [ed.], **Current Trends in Fruit Flies Control on Perennial Crops and Research Prospects**. Transworld Research Network, Kerala, 2009

GARCIA, F. R. M; CAMPOS, J. V.; CORSEUIL, E. Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na Região Oeste de Santa Catarina. **Neotropical Entomology,** v.32, n.3, p.421-426, 2003.

GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Analise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.15, n.4, p.1111-1117, 1998.

GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Lista documentada das moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Ambiental Catarinense**, v.3, n.1, p.23-32, 2004.

GARCIA, F. R. M.; LARA, D. B. de. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar cítrico no município de Dionísio Cerqueira, Santa Catarina. **Biotemas,** v.19, n.3, p.65-70, 2006.

GARCIA, F. R. M.; RICALDE, M. P. Augmentative biological control using parasitoids for fruit fly management in Brazil. **Insects**, v.4, n.1, p.55-70, 2013.

GARCIA, F.R.M.; NORRBOM, A.L. Tephritoid flies (Diptera, Tephritoidea) and their plant hosts from the state of Santa Catarina in Southern Brazil. **Florida Entomologist**, v.94, n.2, p.151-157, 2011.

GONÇALVES, G. B.; SANTOS, J. C. G.; SILVA, C. E.; SANTOS, E. S. S.; NASCIMENTO, R. R.; SANTANA, A. E. G.; ZUCCHI, R. A. Occurrence of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the state of Alagoas, Brazil**.** **Florida Entomologist**, v.89, n. 1, p. 93-94. 2006.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos de meliáceas sobre o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, n.5, p. 607-612, 2004.

GONZÁLEZ J.B. Crianza masal de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann). **Revista Peruana de Entomologia**, v.14, n.1, p.71-76, 1971.

HARTER, W. DA R.; GRÜTZMACHER, A. D.; NAVA, D. E.; GONÇALVES, R. DA S.; BOTTON, M. Isca tóxica e disrupção sexual no controle da mosca-da-fruta sul americana e da mariposa-oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.3, p.229-235, 2010.

HERNANDES, J. L.; BLAIN, G. C.; PEDRO JUNIOR, M. J. Controle de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em cultivo orgânico de ameixa pelo ensacamento dos frutos com diferentes materiais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.1209-1213, 2013.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 abr. 2016.

IBRAF - **Instituto Brasileiro de Frutas**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 05 abr. 2016.

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

JAHNKE, S. M.; REYES, C. P.; REDAELLI, L. R. Influência da fase de maturação de pêssegos e goiabas na atratividade de iscas para *Anastrepha fraterculus*. **Científica**, v.42, n.1, p.134-142, 2014.

JALDO, H.E.; GRAMAJO, M.C.; WILLINK, E. Mass rearing of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae): a preliminary strategy. **Florida Entomologist**, v.84, n.4, p.716–718, 2001.

KLASSEN, W.; CURTIS, C. F. History of the sterile insect technique. In: DYCK, V. A.; HENDRICHS, J.; ROBINSON, A. S. (Eds.). **Sterile insect technique:** principles and practice in area-wide integrated pest management. Dordrecht: Springer, p. 3-36. 2005.

KOUL, O. **Insect antifeedants**. Boca Raton. CRC Press, 2005. 1005 p.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L. G. Manejo de pragas na produção integrada de maçã, p.61-76. In: PROTAS, J. F. S.; SANHUEZA, R. M. V. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003, 90p.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R.L.; MALAVASI, A. Controle químico em macieiras, In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:** conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, p.135-141, 2000.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R.L.; URAMOTO, K.; MALAVASI. A. Moscas-dasfrutas nos Estados Brasileiros: Rio Grande do Sul. p.285-290. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.) **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:** conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000, 327p.

KUMAR, P.; POEHLING, H.M.; BORGEMEISTER, C. Effects of diferent application methods of azadiracht in against sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato plants. **Journal of Applied Entomology**. v.129, n.9-10, p. 489-497, 2005.

LEMOS, L. DO N.; ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R. DE; DEUS, E. DA G. DE. New hosts of *Bactrocera carambolae* (diptera: tephritidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v.97, n.2, p.841-843, 2014.

LEMOS, R.N.S.; CARVALHO, S. C. M.; GUSMÃO, A. J. R.; PIRES, C. L. J. M.; JESUS, S. J. R. Eficiência de substâncias atrativas na captura de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiabeiras no município de Itapecuru-Mirim (MA). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.687-689, 2002.

LIPP, J.; SECCHI, V. A. Ensacamento de frutos: uma antiga prática ecológica para o controle das moscas-das-frutas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4, p.53-58, 2002.

LISBOA, H. **Biologia de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Dip.: Tephritidae) em pêssegos de cultivares de diferentes ciclos de maturação e efeito de óleo de nim sobre adultos de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Dip.: Tephritidae).** 2013. 59f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

MACHOTTA JUNIOR, R.; BORTOLI, L.C.; TOLOTTI, A.; BOTTON, M. **Técnica de criação de *Anastrepha fraterculus* (Weid., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando o hospedeiro natural**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 22p. (Embrapa Uva e Vinho. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 15).

MALAVASI, A. Áreas livres ou de baixa prevalência. In.: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:** conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2000. p.175-181.

MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). p.39-41. In.: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A.; CANTO, F..**Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. (eds). Ribeirão Preto, Editora Holos, 2001. 173p.

MALAVASI, A.; MORGANTE J.L. Biologia de ”moscas-das-frutas” (Diptera: Tephritidae). II Índices de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. **Revista Brasileira de Biologia**, v.40, n.1, p.17-24, 1980.

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

MARTINEZ, S. **O nim Azadirachta indica: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002. 142 p.

MEDINA, P.; BUDIA, F.; DEL ESTAR, P.; VIÑUELA, E. Influence of azadirachtin, a botanical insecticide, on *Chrysoperla carnea* (Stephens) reproduction: toxicity and ultrastructural approach. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n.1, p. 43-50, 2004.

MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F. Levantamento de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) em áreas de cucurbitáceas sob sistema de mitigação de risco. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.2, p.317-320, 2011.

MONTOYA, P.; LIEDO, P.; BENREY, B.; CANCINO, J.; BARRERA, J. F.; SIVINSKI, J.; ALUJA, M. Biological control of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in mango orchards through augmentative releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v.18, n.1, p.216-224, 2000.

MORDUE, A.J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: An Update. **Journal of Insect Physiology**, v.39, n.11, p.903-924, 1993.

MORDUE (LUNTZ), A.J.; NISBET, A.J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Anais...,** Jaboticabal, v.29, n.4, p.615-632, 2000.

MORELLI, R.; COSTA, K. Z.; FAGIONI, K. M.; COSTA, M. DE L. Z.; NASCIMENTO, A. S. DO; PIMENTEL, R. M. DE A.; WALDER, J. M. M. New Protein Sources in Adults Diet for Mass-rearing of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Brazilian archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 6, p. 827-833, 2012.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 327p. Cap. 13, p.109-112.

NAUMANN, K.; ISMAN, M.B. Evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed extracts and oils as oviposition deterrents to noctuid moths. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.76, n.2, p.115-120, 1995

NORRBOM, A. L. **Fruit fly (Diptera: Tephritidae) classification and diversity**. 2004. Disponível em: <http://www.sel.barc.usda.gov/diptera/tephriti/Tephclas.htm> Acesso em: 15 abr 2016.

NORRIS, R.F.; CASWELL-CHEN, E.P.; KOGAN, M. **Concepts in integrated pest management.** New Jersey: Prentice Hall, 2003. 586p.

NUNES, A. M.; MULLER, F. A.; GONCALVES, R. da S.; GARCIA, M. S.; COSTA, V. A.; NAVA, D. E. Moscas frugivoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leao, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.42, n.1, p.6-12, 2012.

NUÑEZ, L.; GUZMAN, R. Avances sobre la cria artificial de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en Colombia. In: The South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann); advances in artificial rearing, taxonomic status and biological studies 1999. **Proceedings of a workshop organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Viña del Mar,** Chile, n.1-2, p.85-94, 1999.

ORTIZ, G. Introduction. In: The South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann); advances in artificial rearing, taxonomic status and biological studies 1999. **Proceedings of a workshop organized by the Joint FAO/IAEA Division of**

Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Viña del Mar, Chile, n.1-2, p.1-2, 1999.

PARANHOS, B. J. P.; MOREIRA, F. R. B.; HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. DE; MOREIRA, A. N. **Monitoramento de moscas-das-frutas e o seu manejo na fruticultura irrigada do Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. 11p.

PARRA, J.R.P. O controle biológico e o manejo de pragas: passado, presente e futuro. In: GUEDES, J.V.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos.** Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. p.59-69.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: Fealq, 2001. 134p.

PEREIRA-RÊGO, D. R. G.; JAHNKE, S. M.; REDAELLI, L. R.; SCHAFFER, N. Variação na infestação de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitismo em diferentes fases de frutificação em mirtaceas nativas no Rio Grande do Sul. **EntomoBrasilis**, v.6, n.2, p.141-145, 2013.

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

RATTANAPUN, W.; AMORNSAK, W.; CLARKE, A. *Bactrocera dorsalis* preference for and performance on two mango varieties at three stages of ripeness. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 131, n.3, p. 243-253, 2009.

RODRIGUES-BARRETO, N.T**. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitoides em goiaba e acerola nos Tabuleiros Litorâneos, em Parnaíba, Piauí, Brasil**. 2010. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

RODRIGUES-DESTÉFANO, R. H.; BECHARA, I. J.; MESSIAS, C. L.; PIEDRABUENA, A. E. Effectiveness of Metarhizium anisopliae against immature stages of Anastrepha fraterculus fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Brazilian Journal of Microbiology**, v.36, n.1, p.94-99, 2005.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v.1, n.2, p.43-50, 2001.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n.4, p. 799-808, 2000.

ROHDE, C.; JÚNIOR, A. M.; SILVA, P. K.; RAMALHO, K. R. DE O. Efeito de extratos vegetais aquosos sobre a mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Arquivo Instituto Biológico**, v.80, n.4, p.407-415, 2013.

RONCHI-TELES, B.; DUTRA, V. S.; COSTA, A. P. T.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; MESQUITA, A. C. A; SILVA, J. G. Natural host plants and native parasitoids associated with *Anastrepha pulchra* and other *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in Central Amazon, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 1, p.347-349, 2011.

RONCHI-TELES, B.; SILVA, N.M. DA. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) na região de Manaus-AM. **Neotropical Entomology**, v.34, n.5, p.733-741, 2005.

SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana.** Pelotas: EMBRAPA – CPACT, 1995. 58p.

SALLES, L. A. B.; KOVALESKI, A. Moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Hortisul**, v.1, n.3, p.5-9, 1990.

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

SALLES, L.A.; LEONEL, M.A.H. Influência do hospedeiro no desenvolvimento larval e pupal de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica Brasil**, v.25, n.1, p.373-375, 1996.

SALLES, L.A.B. 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

SALLES, L.A.B. Metodologia de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em dieta artificial em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.21, n.3, p.479-486, 1992.

SANTOS, J. P.; CORRENT, A. R.; BERTON, O.; SCHWARZ, L. L.; DENARDI, F. Incidência de podridão-branca em frutos de macieira com e sem ferimentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n.1, p.118-121, 2008.

SARH. **Campanha contra moscas de la fruta**. Planta de production de Moscas de la fruta esteriles y parasitoides. Ira. Edition, p.1-3, 1985.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticide from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, v.35, n.1, p.271-297, 1990.

SCHWARZ, A.J.; ZAMABDA, A.; OROZCO, D.H.S.; ZAVALA, J.L.; CALKINS, C.O. Mass production of the Mediterranean fruit fly at Metapa, Mexico. **Florida Entomologist**, v.68, n.3, p.467–477, 1985.

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

SILVA, J. G.; DUTRA, V. S.; SANTOS, M. S.; SILVA, N. M. O.; VIDAL, D. B.; NINK, R. A.; GUIMARAES, J. A.; ARAUJO, E. L. Diversity of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) and associated Braconid parasitoids from native and exotic hosts in Southeastern Bahia, Brazil. **Environmental Entomology**, v. 39, n. 5, p. 1457-1465, 2010.

SILVA, V.E.S. Efeito do óleo de nim *Azadirachta indica* na mortalidade e repelência de *Ceratitis capitata* (Tephritidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. **Anais.**.. São Pedro: SICOMBIOL, 2003.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de Ecologia dos Insetos.** Piracicaba: Agronomica Ceres, 1976. 419p.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R**. Farmacognosia, da planta ao medicamento.** Porto Alegre: editora UFRGS, 2007. 1104p.

SINGH, S. Effects of aqueous extract of neem seed kernel and azadirachtin on the fecundity, fertility and post-embryonic development of the melonfly, *Bactrocera cucurbitae* and the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 127, n.9, p. 540-547, 2003.

SINGH, S; SINGH, R.P. Neem (Azadirachta indica) seed kernel extracts and azadirachtin as oviposition deterrents against the melon fly (*Bactrocera cucurbitae*) and the oriental fruit fly, (*Bactrocera dorsalis*). **Phytoparasitica**, v.26, n.3, p.191-197, 1998.

SIVINSKI, J. The past and potential of biological control of fruit flies. In: MCPHERON, B. A.; STECK, G. J. (Eds.) **Fruit fly pest. A World assessment of their biological and management,** p.369-375. Delray Beach: St. Lucie Press, 1996. 586p.

SOUZA FILHO, M. F. de, **Infestação de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) relacionada à fenologia da goiaba (*Psidium guajava*), nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl.) e do pessegueiro (*Prunus persica* Batsch**. 2006. 125p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A. Moscas-das-frutas em Fruticultura. In: Reunião Itinerante de fitossanidade do Instituto Biológico. 9., Encontro sobre doenças e pragas do cafeeiro. 5., **Anais**... Ribeirão Preto - SP. 2001. p.131-137.

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

SOUZA FILHO, M.F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R.A. 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. cap.41, p.277-283.

SUGAYAMA, R.L.; KOVALESKI, A.; LIEDO, P.; MALAVASI, A. Colonization of a new fruit crop by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil: a demographic analysis. **Environmental Entomology**, v.27, n.3, p.642-648, 1998.

TEDESCHI, R.; ALMA, A.; TAVELLA, L. Side-effects of three neem (*Azadirachta indica* A. Juss) products on the predator *Macrolophus caliginosus* Wagner (Heteroptera: Miridae). **Journal of Applied Entomology**. v.125, n.7, p. 397-402, 2001.

TEIXEIRA, R.; BOFF, M. I. C.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; BOFF, P. Efeito do ensacamento dos frutos no controle de pragas e doenças e na qualidade e maturação de maçãs 'Fuji Suprema'. **Bragantia**, v.70, n.3, p.688-695, 2011.

TOLEDO, J.; CAMPOS, S. E.; FLORES, S.; LIEDO, P.; BARRERA, J. F.; VILLASEÑOR, A.; MONTOYA, P. Horizontal transmission of *Beauveria bassiana* in the Mexfly, *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae), under laboratory and field-cage conditions. **Journal of Economic Entomology**, v.100, n.1, p.291-297, 2007.

VALENCIA–BOTÍN, A. J.; BAUTISTA–MARTINEZ, N; LOPEZ– BUENfiL, J. A. Uso de extractos acuosos de nim, *Azadirachta indica* A. Juss, en la oviposicion de la mosca Mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* Loew (Diptera: Tephritidae) en naranja Valencia. **Fitosanidad**, v.8, n.1, p. 57-59, 2004.

VALLADARES, G.; DEFAGO, M. T.; PALACIOS, S.; CARPINELLA, M. C. Laboratory evaluation of *Melia azedarach* (Meliaceae) extracts against the Elm Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 90, n. 3, p. 747-750, 1997.

VAN RANDEN, E. J.; ROITBERG, B. D. Effect of a neem (*Azadirachta indica*)-based insecticide on oviposition deterrence, survival, behavior, and reproduction of adult western cherry fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 91, n. 1, p. 123- 131, 1998.

VASCONCELOS, G. J. N.; GODIN JUNIOR, M. G. C.; BARROS, R. Extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Sterculia foetida* no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemíptera: Aleyrodidae). **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1353-1359, 2006.

VERA, M.T.; ABRAHAM, S.; OVIEDO, A.; WILLINK, E. Demographic and quality control parameters of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) maintained under artificial rearing. **Florida Entomologist**, v.90, n.1, p.53–57, 2007.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova,** v. 26, n.3, p. 390-400, 2003.

WEBER, J.; HALSALL, C. J.; WARGENT, J. J.; PAUL, N. D. The aqueous photodegradation of fenitrothion under various agricultural plastics: Implications for pesticide longevity in agricultural ‘micro-environments’. **Chemosphere**, v.76, n.1, p.147-150, 2009.

ZART, M.; BOTTON, M.; FERNANDES, O. Injúrias causadas por mosca-das-frutas sul-americana em cultivares de videira. **Bragantia,** v.70, n.1, p.64-71, 2011.

ZART, M.; FERNANDES, O.A.; BOTTON, M. Biology and fertility life Table of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* on grape. **Bulletin of Insectology**, v.63, n.2, p.237-242, 2010.

ZILLI, G.; GARCIA, F. R. M. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar de *Citrus sinensis* no munícipio de Chapecó, Santa Catarina. **Biodiversidade Pampeana**, v. 8, n. 1, p. 39-45, 2010.

ZUCCHI, R. A. **Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids**. 2015. Disponível em: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/. Acesso em: 10 abr 2016.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p.15-22.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:** Conhecimento básico e aplicado. 1. edição. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 327p.

ZUCCHI, R.A. Diversidad, distribución y hospederos del gênero Anastrepha en Brasil. In: HERNÁNDES-ORTIZ, V. **Moscas de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, biologia y manejo**. S y G editores, Distrito Federal, México, 2007. p.77-100.

ZUCCHI, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil - ***Anastrepha* species their host plants and parasitoids**. Available in: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/, updated on July 8, 2016. Accessed on 08 jul 2016.

ZUCCHI, R.A.; MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A.S.; WALDER, J.M.M. Prejuízos das moscas-das-frutas na exportação de citros. **Visão Agrícola**, v.2, n.2, p.73-77, 2004.