

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**FATORES ENVOLVIDOS NA SELEÇÃO DO HOSPEDEIRO E NO
COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO DE *Anastrepha fraterculus*
(WIEDEMANN,1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE), EM LABORATÓRIO**

**Patrícia Luciane Fernandes Gregorio
Bióloga (UNISINOS)**

**Dissertação apresentada como um dos
requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Fitotecnia
Ênfase Entomologia**

**Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2009**

CIP - CATALOGAÇÃO INTERNACIONAL NA PUBLICAÇÃO
Biblioteca Setorial da Faculdade de Agronomia da UFRGS

- G821f Gregorio, Patrícia Luciane Fernandes
Fatores envolvidos na seleção do hospedeiro e no comportamento de oviposição de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae), em laboratório / Patrícia Luciane Fernandes Gregorio — Porto Alegre : P. L. F. Gregorio, 2009.
- xi, 55 f.; il.
- Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
1. Mosca das Frutas. 2. Praga de Planta. I. Título.
- CDD: 632.7

PATRICIA LUCIANE FERNANDES GREGÓRIO
Bióloga - UNISINOS

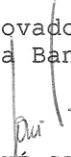
DISSERTAÇÃO


Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

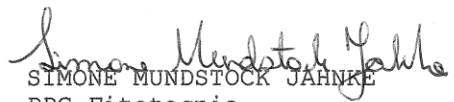
MESTRE EM FITOTECNIA


Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 04.03.2009
Pela Banca Examinadora


JOSUÉ SANT'ANA
Orientador - PPG Fitotecnia

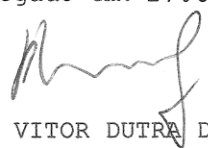

LUIZA RODRIGUES REDAELLI
Co-orientadora - PPG Fitotecnia



SIMONE MUNDSTOCK JÄHNKE
PPG Fitotecnia


BETINA BLOCHTEIN
PPG Zoologia / PUCRS


LUCIANE DA ROCHA
UNIVALI - Universidade do Vale
do Itajaí / SC

Homologado em: 27.04.2009
Por


PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

Aos meus pais, João Carlos e Delci,

À minha avó Lydia

À minha irmã Carla

Ao meu marido Amaury.

Com carinho,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Josué Sant'Ana e à minha co-orientadora Dr^a Luiza Rodrigues Redaelli, pela oportunidade, paciência e dedicação.

À toda equipe do BIOECOLAB, especialmente à Cláudia pelo auxílio na manutenção da criação de insetos

Ao Thiago Idalgo por ter me ajudado durante toda a execução dos bioensaios, e pela amizade.

Aos colegas Ricardo Bisotto, Caio Efrom e Rosana Moraes pela paciência e por atenderem aos meus pedidos de ajuda, durante a elaboração dos experimentos

À professora Simone Jahnke pelo auxílio na análise dos dados

À minhas queridas amigas Aline Nondillo e Ana Paula Trivilin, pelo incentivo, companheirismo e amizade.

À Cândida Montero e ao Professor Renar Bender do Laboratório de Fisiologia Pós-colheita- UFRGS, pelo auxílio na determinação do estágio de maturação dos frutos, utilizados neste trabalho.

À CAPES pela bolsa de estudos concedida.

FATORES ENVOLVIDOS NA SELEÇÃO DO HOSPEDEIRO E NO COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO DE *Anastrepha fraterculus*, (WIEDEMANN,1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE), EM LABORATÓRIO ¹

Autora: Patrícia Luciane Fernandes Gregorio

Orientador: Josué Sant'Ana

Co-orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli

RESUMO

A mosca-das-frutas-sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann,1830) (Diptera: Tephritidae) é uma das principais pragas da fruticultura no Brasil. Durante a alimentação, as larvas fazem galerias nos frutos, alterando o sabor e prejudicando a produção e comercialização dos mesmos. O presente trabalho teve como objetivo estudar fatores envolvidos na seleção do hospedeiro e no comportamento de oviposição de *A. fraterculus*. Foram avaliadas as respostas eletroantenográficas de machos e fêmeas a extratos etanólicos de frutos verdes e maduros de pessegueiro (*Prunus persica* Linnaeus - cultivar Chimarrita), pitangueira, (*Eugenia uniflora* Linnaeus), guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* Berg) e araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). Também foi observada a influência da densidade de fêmeas, da cor (amarela, verde e vermelha) e da composição do substrato de oviposição (polpas de araçá, guabiroba, pitanga e pêssego) na fecundidade, assim como da experiência prévia com frutos artificiais contendo polpa de pêssego e/ou guabiroba, no comportamento de oviposição. As respostas eletroantenográficas de fêmeas foram distintas para os extratos de guabiroba verde e madura, araçá maduro e pitanga verde. Em antenas de machos, as maiores despolarizações médias foram registradas em resposta aos extratos de guabiroba verde e madura, araçá verde e maduro e pitanga verde. As respostas eletrofisiológicas geradas não diferiram estatisticamente entre os sexos, para todos os tratamentos. A densidade de fêmeas por gaiola e a cor do substrato de oviposição não afetaram a fecundidade. As fêmeas ovipositaram mais nos substratos contendo polpa de pêssego e de guabiroba, quando comparados aos respectivos controles. Um maior percentual de fêmeas inexperientes, assim como de experientes com polpa de guabiroba e com ambas, (pêssego e guabiroba) ovipositaram e apresentaram comportamentos de arraste e punctura nos substratos que continham guabiroba, porém, as fêmeas previamente expostas somente à polpa de pêssego, não apresentaram preferência por qualquer um dos substratos.

¹Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (55p.) Março, 2009.

**FACTORS INVOLVED IN THE SELECTION OF THE HOST AND IN THE
OVIPOSITION BEHAVIOR OF THE *Anastrepha fraterculus*,
(WIEDEMANN, 1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE), IN LABORATORY ¹**

Author: Patrícia Luciane Fernandes Gregorio

Advisor: Josué Sant'Ana

Co-advisor: Luiza Rodrigues Redaelli

ABSTRACT

The South-American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) is one of the greatest threats to the fruit growing industry in Brazil. During the feeding process, the larvae build galleries within the fruit, altering the flavor and damaging its production and commercialization. The present work had as its objective to study the factors involved in the selection of the host fruit and in the oviposition behavior of *A. fraterculus*. The electroantennographic responses of the males and females to the ethanolic extracts of the fruits of the peach tree (*Prunus persica* L.-cultivar Chimarrita), Surinam cherry tree (*Eugenia uniflora* L.) Guabiobeira tree, (*Campomanesia xanthocarpa* Ber) and Brazilian guava tree (*Psidium cattleianum* Sabine) were considered. Also observed was the influence of the density of the females, the color (yellow, green and red) and the composition of the substratum of the oviposition (pulp of Brazilian guava, guabioba, Surinam cherry and peaches) in the fecundity, as well as, from the previous experience with artificial fruits containing the pulp of peaches and/or guabioba, in the oviposition behavior of the *A. fraterculus*. The electroantennographic response of the females was distinct to the extracts of the unripe and ripe guabioba, ripe Brazilian guava and unripe Surinam cherry. In antennae of the males, the greatest depolarization average was registered in the responses to the extracts of ripe and unripe guabioba, ripe and unripe Brazilian guava and unripe Surinam cherry. The electrophysiologic responses did not differ statistically between the sexes for all the treatments. The density of the females per cages and the colors of the substratum of oviposition did not affect the fecundity either. The females ovipositioned more on the substratum containing pulp of peaches and of guabioba, when compared to the respective controls. A greater percentage of the inexperienced females, as well as of the experienced females, with the pulp of guabioba and with the pulp of guabioba and peach concurrently, ovipositioned and presented behaviors of dragging and puncture on the substratum that contained the pulp of guabioba, but females previously exposed only to the pulp of the peach, did not present preference for any of the substratum.

¹Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (55p.) March, 2009

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 <i>Anastrepha fraterculus</i>	3
2.1.1 Origem e distribuição	3
2.1.2 Aspectos morfológicos, biológicos e danos	4
2.2. Hospedeiros, monitoramento e flutuação populacional de Tephritidae.....	6
2.3. Comunicação visual, química, comportamento de oviposição e aprendizagem em Tephritidae.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1.Criação de <i>Anastrepha fraterculus</i>	14
3.2 Obtenção dos extratos etanólicos dos frutos	16
3.3 Avaliação do estágio de maturação dos frutos	17
3.4 Obtenção das polpas dos frutos	18
3.5 Bioensaios.....	19
3.5.1 Determinação do período de maior oviposição em. <i>Anastrepha fraterculus</i>	19
3.5.2 Bioensaios eletroantegráficos com <i>Anastrepha fraterculus</i>	19
3.5.3 Bioensaios comportamentais com <i>Anastrepha fraterculus</i>	21

3.5.3.1	Influência da densidade de fêmeas no comportamento de oviposição	21
3.5.3.2	Influência do substrato de oviposição na seleção do hospedeiro	22
3.5.3.3	Influência da cor na seleção do hospedeiro.....	23
3.5.3.4	Influência da experiência prévia no comportamento de oviposição	24
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	Período de maior oviposição de <i>Anastrepha fraterculus</i>	27
4.2	Bioensaios eletroantegráficos com <i>Anastrepha fraterculus</i>	29
4.3	Bioensaios comportamentais com <i>Anastrepha fraterculus</i>	33
4.3.1	Influência da densidade de fêmeas na fecundidade.....	33
4.3.2	Influência do substrato de oviposição na seleção do hospedeiro.....	34
4.3.3	Influência da cor na seleção do hospedeiro	37
4.3.4	Influência da experiência prévia no comportamento de oviposição	39
5.	CONCLUSÕES	48
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Valores de pH, °Brix e ângulo Hue de frutos verdes e maduros de araçazeiro, guabirobeira, pessegueiro e pitangueira.....	18
2. Média de respostas eletroantegráficas (mV) (\pm EP) de fêmeas (n = 20) e machos (n = 18) de <i>Anastrepha fraterculus</i> , a extratos de frutos verdes e maduros	29
3. Média de ovos depositados por <i>Anastrepha fraterculus</i> (\pm EP), em três diferentes densidades de fêmeas por gaiola, durante 96 horas (n = 10/ tratamento)	33
4. Percentual de fêmeas de <i>Anastrepha fraterculus</i> que apresentaram respostas comportamentais (inspeção, arraste, punctura e repouso), em frutos artificiais com polpa de pêsego e guabiroba, quando previamente expostas a estes (experientes), em conjunto ou separadamente e das não expostas, tratamento controle (inexperientes)	39

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. <i>Anastrepha fraterculus</i> : A) larva em pitanga; B) pupários em placa de Petri com areia; C) adulto	5
2. Gaiola de criação de <i>Anastrepha fraterculus</i>	15
3. Sistema <i>headspace</i> : extração de voláteis de guabiroba.....	17
4. Eletroanténógrafo: A) eletrodo, em detalhe; B) pré-amplificador de sinal elétrico; C) controlador de aquisição de dados; D) controlador de fluxo de ar	21
5. Caixa Gerbox com fêmea de <i>Anastrepha fraterculus</i> : A) isolada em fase de aclimação; B) em teste, com frutos artificiais, contendo polpa de pêsego (à esquerda) e guabiroba (à direita), próximos a fonte de luz	25
6. Categorias comportamentais observadas em <i>Anastrepha fraterculus</i> : A) inspeção; B) arraste; C) punctura; D) repouso; E) fora do fruto	26
7. Fêmea de <i>Anastrepha fraterculus</i> na arena de testes.....	26
8. Número médio de ovos depositados por <i>Anastrepha fraterculus</i> por semana. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (Student-Newman-Keuls, $P < 0,05$)	27
9. Número médio de ovos depositados por <i>Anastrepha fraterculus</i> em frutos artificiais contendo polpas de: A) guabiroba; B) pêsego; C) pitanga; D) araçá. Colunas seguidas de letras distintas diferem entre si (Wilcoxon, $P < 0,05$).....	35

10. Percentual de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* que ovipositaram em frutos artificiais com polpa de pêsego e guabiroba, quando previamente expostas a estes (experientes), em conjunto ou separadamente, e das não expostas, tratamento controle (inexperientes). Percentuais seguidos por letras diferentes, nas colunas dentro dos tratamentos, diferem entre si (χ^2 , $P < 0,05$) 40
11. Percentual de respostas comportamentais de fêmeas de *Anastrepha fraterculus*: A) experientes com guabiroba (barra branca) e inexperientes (barra cinza); B) experientes com pêsego (barra branca) e inexperientes (barra cinza). Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, dentro das categorias (χ^2 , $P < 0,05$) 40
12. Etograma de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* inexperientes (sem contato prévio com substrato de oviposição) expostas a frutos artificiais com polpa de pêsego e guabiroba (n = 18). Fêmeas que permaneceram durante todo o período de observação fora do fruto (arena) não foram representadas (n = 2). A espessura das flechas indica o percentual de insetos que realizaram o comportamento..... 42
13. Etograma de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* experientes com substrato contendo polpa de guabiroba e expostas a frutos artificiais com polpa de pêsego e guabiroba (n = 22). Fêmeas que permaneceram durante todo o período de observação fora do fruto (arena) não foram representadas (n = 1). A espessura das flechas indica o percentual de insetos que realizaram o comportamento..... 43
14. Etograma de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* experientes com ambos os substratos, e expostas a frutos artificiais com polpa de guabiroba e de pêsego (n = 22). A espessura das flechas indica o percentual de insetos que realizaram o comportamento..... 44
15. Etograma de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* experientes com substrato contendo polpa de pêsego, e expostas a frutos artificiais com polpa de guabiroba e de pêsego (n = 20). A espessura das flechas indica o percentual de insetos que realizaram o comportamento..... 45

1 INTRODUÇÃO

A mosca-das-frutas-sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) é considerada uma das principais pragas da fruticultura no Brasil, desenvolvendo-se tanto em espécies nativas, quanto em cultivadas. Os indivíduos desta espécie podem causar danos diretos, pelo hábito carpófago das larvas, assim como indiretos, pelo entrave fitossanitário à exportação de frutos *in natura*.infestados. Em função destes fatores, a espécie tornou-se alvo de inúmeros estudos, que buscam meios de minimizar a ação desse inseto no campo.

Os trabalhos de pesquisa com *A. fraterculus* dependem, em grande parte, de procedimentos adequados de criação massal, que estão relacionados, entre outros, ao estudo de fatores que possibilitem uma maior compreensão a respeito das estratégias de seleção do hospedeiro e do comportamento de oviposição, com o propósito, em última análise, de incrementar o potencial reprodutivo destes insetos em laboratório.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivos: avaliar as respostas eletrofisiológicas de *A. fraterculus* a voláteis de frutos hospedeiros; verificar a influência da densidade de fêmeas, da cor do hospedeiro, da polpa de diferentes frutos e da exposição prévia ao substrato de oviposição

na fecundidade, além de registrar a influência da experiência sobre o comportamento de oviposição.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Anastrepha fraterculus*

2.1.1 Origem e distribuição

A maioria das espécies de *Anastrepha* apresenta distribuição geográfica Neotropical, porém algumas ocorrem no sul da região Neoártica. O gênero está estabelecido em toda América do Sul (exceto Chile, onde ocorre esporadicamente em algumas áreas ao norte do deserto do Atacama, na fronteira com o Peru), América Central, Caribe, México e no sul dos EUA (Malavasi *et al.*, 2000).

A mosca-das-frutas-sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) é a espécie de maior importância econômica do gênero e está distribuída entre os extremos latitudinais do mesmo (35 °N a 35 °S), ocupando ambientes bastante distintos (Malavasi *et al.*, 2000). Na Argentina, no Uruguai e nos estados do sul e sudeste do Brasil (do Rio Grande do Sul até o centro sul de Minas Gerais e Espírito Santo) é considerada uma praga primária e são nestas regiões onde se concentram as principais medidas de controle e as piores perdas (Malavasi *et al.*, 2000).

Na região sul do país, *A. fraterculus* representa cerca de 95-97% das espécies deste gênero capturadas nos pomares (Salles, 1991), enquanto nas demais regiões, sua importância decresce em função da ocorrência de

outras espécies (Malavasi *et al.*, 2000). A condição de praga, nas diferentes regiões, é resultante da interação entre hospedeiros, espécies competidoras e fatores ambientais (Malavasi *et al.*, 2000).

2.1.2 Aspectos morfológicos, biológicos e danos

Os adultos de *A. fraterculus* (Figura 1A) possuem cerca 7 mm de comprimento e 16 mm de envergadura, cor amarela, com manchas mais escuras no corpo e nas asas. O abdômen apresenta três faixas latitudinais mais claras, uma na parte central e duas laterais (Salles, 1995).

Os ovos têm coloração branca-creme com diferentes tonalidades (Salles, 2000), são em geral, alongados e ligeiramente curvos, com extremidades afiladas ou arredondadas (Selivon & Perondini, 2000), medindo cerca de 1,5 mm de comprimento e 0,2 mm de largura (Salles, 1995).

As larvas (Figura 1B) apresentam coloração semelhante a dos ovos, corpo liso com onze segmentos, são ápodas e com cabeça retrátil (Salles, 1995), quando totalmente desenvolvidas medem em torno de 6 mm de comprimento (Salles, 1991).

O pupário (Figura 1C) varia de cor branca a amarelada, mantém distinguíveis os onze segmentos larvais, apresenta forma ovalada, medindo cerca de 6 mm de comprimento e 2 mm de largura (Salles, 1995).

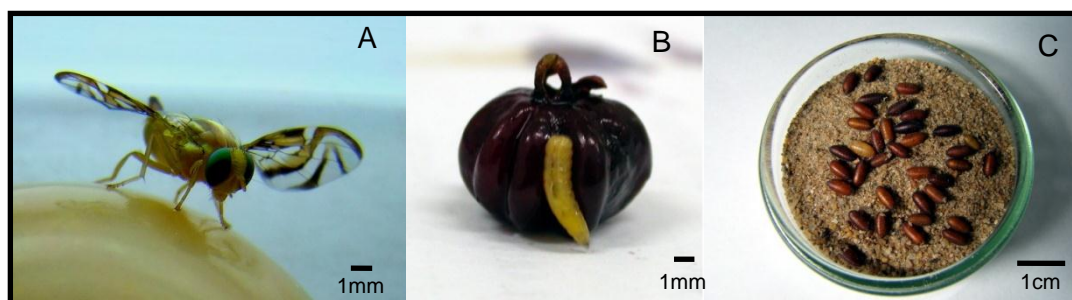


FIGURA 1. *Anastrepha fraterculus* : A) adulto; B) larva em pitanga
C) pupários em placa de Petri com areia.

A duração do ciclo vital da mosca-das-frutas é dependente das condições do meio ambiente. Segundo Salles (2000), a temperatura mais adequada para o desenvolvimento de *A. fraterculus* é de 25 °C com períodos médios de 2,8; 12,7 e 14,1 dias para os estágios de ovo, larva e pupa, respectivamente. Segundo o autor, nas mesmas condições, o período médio de pré-oviposição é de 22,7 dias e o de oviposição, de 79,1 dias, com média de 25,2 ovos/dia.

O dano da mosca-das-frutas é causado tanto pela oviposição no fruto, quanto pelo hábito alimentar carpófago das larvas, as quais durante a alimentação fazem galerias nos frutos, alterando o sabor, causando amadurecimento precoce, apodrecimento e queda dos mesmos (Salles, 1995; Aguiar-Menezes *et al.*, 2004). Segundo Carvalho (2005), em diversas espécies de frutos tais como ameixa, pêra, maçã e citros, a epiderme fica marcada no local da punctura e com o desenvolvimento fisiológico do fruto, forma-se uma concavidade ou deformação depreciando o mesmo. De acordo com esse autor, através do local da punctura pode ocorrer a contaminação do fruto por bactérias e fungos, acarretando o apodrecimento do mesmo. Esses danos, além de prejudicar a comercialização de frutos *in natura* também representam um importante fator de restrição à exportação de frutas para os países que não

possuem a praga em seu território, os quais estabelecem barreiras fitossanitárias a estes frutos (Malavasi *et al.*, 1994).

2.2 Hospedeiros, monitoramento e flutuação populacional de Tephritidae

No Brasil, *A. fraterculus* desenvolve-se em 67 espécies hospedeiras, divididas em 18 famílias, sendo Myrtaceae a mais representativa com 24 espécies (Zucchi, 2000).

Segundo Salles (1995), são consideradas frutíferas multiplicadoras as mirtáceas, guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* Berg), goiabeira (*Psidium guayava* L.), cerejeira (*Eugenia involucrata* DC.) e araçazeiro (*Psidium* spp.), além das rosáceas, pessegueiro (*Prunus persica* L.) e nespereira (*Eriobotrya japonica* Thunb). O mesmo autor refere como hospedeiros alternativos as mirtáceas, jabuticabeira (*Myrciaria trunciflora* Berg) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), os citros (*Citrus* spp.) (Rutaceae) e as rosáceas, ameixeira (*Prunus domestica* L.) e macieira (*Malus domestica* L.)

No Rio Grande do Sul, *A. fraterculus* é conhecida há mais de 70 anos, e, ao longo das décadas, a espécie que já utilizava diversos frutos silvestres, adaptou-se aos cultivados, tornando-se o principal inseto-praga de frutíferas dessa região (Salles, 1995), com destaque nas culturas da macieira e do pessegueiro (Kovaleski *et al.*, 2000).

Anastrepha fraterculus é considerada uma “praga-chave” dos pomares (Kovaleski *et al.*, 2000) e como tal atinge o nível de dano

econômico mesmo quando ocorre em baixas densidades populacionais (Carvalho, 2006). A incidência desse inseto é um fator de preocupação, acarretando aumentos nos custos de produção, em razão das freqüentes aplicações de inseticidas, para seu controle e perdas na produção (Nora *et al.*, 2000). Seus danos, em algumas regiões, podem comprometer até 100% da produção de frutos (Carvalho, 2005).

O sucesso e a eficiência do monitoramento de adultos de tefritídeos dependem da qualidade do atraente (alimentar ou sexual), do tipo de armadilha utilizada e da sua localização correta em campo (Carvalho, 2005). A armadilha tradicional empregada no monitoramento de moscas-das-frutas é a McPhail, confeccionada em plástico semi-rígido (Salles, 1995), usada principalmente na captura de espécies de *Anastrepha*, sendo as armadilhas do tipo Jackson usadas, preferencialmente, para capturar *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). O monitoramento de *A. fraterculus* é feito com o emprego de hidrolisado de proteína, atrativo alimentar. Para *C. capitata*, utiliza-se paraferomônios sexuais, os quais atraem exclusivamente machos (Carvalho, 2005). Segundo Nascimento *et al.* (2000), o atrativo alimentar mais utilizado na captura de moscas-das-frutas é o hidrolisado de proteína. No entanto, conforme os autores, sucos de frutas, melaço de cana, açúcar mascavo, torula e vinagre de vinho, também são empregados.

Moraes *et al.* (1988), em pomar de citros, constataram que os atrativos mais eficientes para *Anastrepha* spp. nas respectivas concentrações, foram: melado de açúcar (7%), melado de sorgo (7%) e vinagre de laranja (25%), enquanto que, os sucos de laranja e maracujá a 25%, vinagre de vinho tinto a 25% e açúcar cristal a 4% não apresentaram

boa atratividade na captura dos insetos. No entanto Veloso *et al.* (1994), também em pomar de citros, verificaram que o suco de maracujá (30%) apresentou maior atratividade para tefritídeos, seguido dos sucos de serigüela (30%), laranja (50%), solução de açúcar mascavo (10%) e sucos de manga, goiaba e jaboticaba, todos na concentração de 30%. Lemos *et al.* (2002) observaram que suco de maracujá (30%), seguidos de açúcar cristal (10%) e dos sucos de goiaba (30%), laranja (50%) e acerola (30%), foram os mais atrativos para *Anastrepha* spp.

Em relação a *A. fraterculus*, Salles (1997) verificou maiores percentuais de captura, em armadilhas contendo sucos naturais de pêssego (11,9%), guabiroba (11,2%), amora-preta (9,6%) e laranja crioula (9,6%). Quando adoçados, os melhores resultados foram obtidos para os sucos de feijoa (11,3%), guabiroba (11,1%), araçá (9,8%), pêssego (9,4%) e goiaba (9%).

Anastrepha fraterculus é uma espécie multivoltina, tendo capacidade de desenvolver, pelo menos, seis gerações anuais, no sul do Brasil (Machado *et al.*, 1995). Em Santa Catarina, os adultos ocorrem em todas as estações, sendo seu pico populacional variável a cada ano, em diferentes culturas (Garcia *et al.*, 2003).

As variações populacionais podem sofrer interferência de fatores climáticos, dos quais os mais intervenientes são a evaporação, a temperatura e a insolação (Garcia & Corseuil, 1999). Chiaradia *et al.* (2004) observaram, em pomares de citros na região oeste de Santa Catarina, que a temperatura é um fator que afeta de forma expressiva as dinâmicas populacionais de *Anastrepha* spp. Rodrigues Netto *et al.* (2004), no entanto,

através de estudos realizados em cultura orgânica de maracujá-doce, *Passiflora alata* Curtis (Passifloraceae), sugerem que o fator de maior influência na flutuação das populações de *Anastrepha* spp. esteja relacionado à frutificação dos hospedeiros.

Aguiar-Menezes & Menezes (1996) estudando as flutuações populacionais de moscas-das-frutas associadas a plantas hospedeiras no estado do Rio de Janeiro, verificaram um aumento nas populações desses insetos nos períodos de verão e outono, época de maior disponibilidade de frutos de mirtáceas.

Uramoto *et al.* (2003), no estado de São Paulo, observaram incremento no nível populacional de *A. fraterculus*, de agosto a novembro, com uma explosão populacional em setembro. No mesmo trabalho, realizando coletas sistemáticas de frutos hospedeiros (janeiro a dezembro/1999), os autores registraram uma maior porcentagem de fêmeas de *A. fraterculus* nos meses de setembro e outubro em consequência, principalmente, de infestações em uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess.) e em pitanga (*Eugenia uniflora* L.).

Estudos de flutuação populacional de *A. fraterculus* conduzidos por Garcia *et al.* (2003) na região oeste de Santa Catarina, demonstraram que a maior incidência de *A. fraterculus* em pomar de pessegueiro ocorreu nos meses de dezembro e janeiro, concomitantemente com a frutificação. Esse fato também foi observado pelos autores em pomar de ameixeira, porém com picos em outubro de 1998 e dezembro de 1999. Os autores registraram ainda, picos populacionais na ausência de frutos de ameixa, nos meses de março e abril de 1999, fato que foi atribuído, possivelmente, a maior

frutificação das mirtáceas, araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine), goiabeira (*Psidium guajava* L.) e sete-capotes (*Campomanesia guazumifolia* (Camb.) Berg) na região. Gattelli *et al.* (2008) em estudo objetivando o reconhecimento de espécies de moscas associadas a frutos de mirtáceas nativas no Rio Grande do Sul, verificaram que dentre os hospedeiros avaliados, a maior infestação de *A. fraterculus*, em ordem decrescente, foi em frutos de guabirobeira, pitangueira e araçazeiro, respectivamente, em coletas realizadas no período de outubro de 2004 a julho de 2005.

2.3 Comunicação visual, química, comportamento de oviposição e aprendizagem em Tephritidae

Os comportamentos relacionados ao encontro e seleção da planta hospedeira são questões centrais no estudo das interações inseto-planta (Joachim-Bravo, 2001b). Os insetos utilizam uma variedade de modalidades sensoriais para orientarem-se e encontrar os hospedeiros apropriados (Loaiza & Céspedes, 2007). Dentre os fatores visuais utilizados na localização do recurso, McInnis (1989) referiu a cor, o tamanho e a forma do hospedeiro, e dentre os estímulos químicos, os nutrientes, as substâncias voláteis, os fago-inibidores e os fagoestimulantes.

Diversos estudos evidenciaram a atração de moscas-das-frutas por substratos de diferentes cores, as quais podem exercer influência sobre a fecundidade e a captura tanto de machos quanto de fêmeas (Cytrynowicz *et al.*, 1982; McInnis, 1989; Katsoyannos & Kouloussis 2001; Drew *et al.* 2003).

Segundo Landolt *et al.* (1988), insetos são atraídos preferencialmente pela porção verde-amarela (500-600 nm) do espectro de luz, sendo este

comprimento de onda típico de folhagem verde e de frutos maduros, o que foi confirmado, posteriormente, para tefritídeos por Rodrigues Netto *et al.* (2002; 2004), que constataram maior eficiência de armadilhas amarelas, quando comparadas a azuis na captura de *Anastrepha* spp. e *C. capitata*, em cultura orgânica de maracujazeiro-doce.

Para os insetos, dentre os estímulos químicos, o olfato é considerado o principal sentido na localização de parceiros para cópula (feromônios) e de plantas hospedeiras (caiomônios), tanto para seleção de sítios de oviposição, como de acasalamento, bem como para diversos outros propósitos relacionados à sobrevivência das espécies (Vilela & Della-Lucia, 2001). Estes sinais são percebidos por células nervosas receptoras localizadas dentro das sensilas olfativas (Corrêa & Sant'Ana, 2001), as quais estão presentes, principalmente nas antenas, mas podem, também, estar localizadas nas mandíbulas, palpos, tarsos (Atkins, 1980; Boeckh, 1984) e ovipositor (Faucheux, 1991).

Em tefritídeos a percepção antenal a caiomônios, foi constatada inicialmente por Malo *et al.* (2005), os quais observaram que voláteis de goiaba não somente desencadeavam respostas eletrofisiológicas em antenas de *Anastrepha ludens* (Loew), mas que os mesmos exerciam atração quimiotática em testes com túnel-de-vento. Siderhurst & Jang (2006) também observaram a atração do trefritídeo, *Bactrocera dorsalis* Hendel, aos voláteis de frutos de amendoeira-da-praia (*Terminalia catappa* Linn., Combretaceae).

O estágio de maturação do fruto hospedeiro também pode ser um fator importante no comportamento quimiotático de moscas-das-frutas.

Cornelius *et al.* (2000) constataram que o estágio de maturação de frutos de goiabeira e mangueira influenciou a atratividade *B. dorsalis*, em gaiolas a campo.

Além dos compostos atrativos liberados pelo hospedeiro, as características fisiológicas do inseto alvo, como o sexo e o status de cópula, também podem estar envolvidas no processo de percepção química. Para *B. dorsalis*, por exemplo, estes fatores são relevantes (Cornelius *et al.*, 2000; Siderhurst & Jang, 2006), no entanto, para *A. ludens* apenas o status de cópula interfere na percepção, não tendo sido observada para o sexo, esta associação (Garcia-Ramírez *et al.*, 2004).

Conforme Sugayama & Malavasi (2000), a seleção do substrato de oviposição é uma etapa crítica no ciclo de vida dos tefritídeos frugívoros, tendo em vista que cada hospedeiro pode oferecer diferentes recursos.

O comportamento de oviposição de *Anastrepha* spp. é caracterizado pela exibição de uma seqüência de comportamentos, que inclui: chegada ao fruto (através da utilização de estímulos visuais e químicos); procura (a fêmea percorre a superfície do fruto, tocando-a com a parte anterior da cabeça e com a bainha do ovipositor); punctura (a fêmea insere o acúleo na polpa do fruto, não sendo obrigatória a deposição de ovos) e arraste (a fêmea percorre a superfície do fruto, mas com o acúleo protraído) (Sugayama & Malavasi, 2000).

Segundo Matthews & Matthews (1978) a experiência prévia pode resultar em aprendizagem, definida como uma mudança permanente ou com durabilidade longa do comportamento. Alguns trabalhos vêm sendo realizados visando esclarecer interferência da experiência prévia com o

substrato de oviposição no comportamento de tefritídeos. A influência da experiência com o substrato de oviposição foi observada por Joaquim-Bravo *et al.* (2001a e b) os quais verificaram aumento na fecundidade de fêmeas de *C. capitata* experientes. Robacker & Fraser (2002; 2005) constataram que a experiência incrementa a atração de fêmeas de moscas-das-frutas. De acordo com Díaz-Fleischer & Aluja (2003), fêmeas experientes de *A. ludens*, visitam significativamente mais os substratos artificiais de oviposição, quando comparadas com as inexperientes, no entanto os autores verificaram que a experiência prévia não afeta o número de ovos depositados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Criação de *Anastrepha fraterculus*

A criação de *Anastrepha fraterculus* foi estabelecida no Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos da Faculdade de Agronomia (UFRGS), a partir de frutos infestados, coletados na região metropolitana de Porto Alegre.

O material coletado foi depositado sobre areia esterilizada, dentro de caixas plásticas cobertas com tecido *voile*, onde permaneciam até a formação dos pupários. A partir deste momento, a areia era periodicamente peneirada e os pupários transferidos para recipientes plásticos (50 mL), onde eram cobertos por areia esterilizada. Os adultos eram mantidos em gaiolas (30 x 20 x 15 cm) (Figura 2) e recebiam água destilada, oferecida através de tiras de tecido “spontex” em recipientes de vidro (20 mL), com tampa perfurada. Como alimento foi oferecida dieta composta de açúcar, glúten de milho e levedura de cerveja (3:1:1) e vitamina E (adaptada de Jaldo *et al.*, 2001), disposta em placas de Petri (4 cm de diâmetro x 1 cm). Quando as moscas atingiam a idade de dez dias, eram colocados nas gaiolas frutos artificiais, confeccionados com ágar, água, suco de amora-preta, nipagin e envoltos em parafilme, conforme metodologia de Salles

(1992), os quais eram trocados diariamente. As gaiolas ficavam próximas a uma fonte de luz, para estimular a oviposição.



FIGURA 2. Gaiola de criação de *Anastrepha fraterculus*.

Posteriormente, os frutos artificiais eram retirados das gaiolas e abertos com auxílio de bisturi, sendo os ovos transferidos para placas de Petri, com papel filtro umedecido, e acondicionados durante 48 horas em câmara climatizada (25 ± 2 °C, U.R. $70 \pm 10\%$, fotofase de 12 horas). Após este procedimento, o papel filtro, juntamente com os ovos, era colocado diretamente sobre a dieta das larvas, composta de açúcar, gérmen de trigo, levedura de cerveja, nipagin, benzoato de sódio, ácido cítrico, ágar e água (adaptada de Salles, 1992), depositada em bandejas de poliestireno expandido (18 cm de diâmetro x 1,5 cm). Estas bandejas eram tampadas com outra similar, enroladas com jornal e acondicionadas em câmara climatizada (25 ± 2 °C, U.R. $70 \pm 10\%$) onde permaneciam no escuro por dez dias. Decorrido este período, eram abertas e colocadas em bandejas de plástico (40 X 20 X 5

cm), contendo no fundo uma camada de 1 cm de areia, cobertas com tecido tipo voile e mantidas na câmara. Após 12 dias, a areia das bandejas era peneirada para retirada dos pupários, os quais eram depositados em recipientes plásticos (50 mL), com areia esterilizada onde permaneciam até a emergência.

3.2 Obtenção dos extratos etanólicos dos frutos

Frutos verdes e maduros de pessegueiro, *Prunus persica* Linnaeus., (cultivar Chimarrita) (Rosaceae) e das mirtáceas, pitangueira, *Eugenia uniflora* Linnaeus., guabirobeira, *Campomanesia xanthocarpa* Berg e araçazeiro, *Psidium cattleianum* Sabine foram coletados no município de Porto Alegre, RS, entre os meses de agosto de 2007 e março de 2008.

A extração dos voláteis foi realizada através da técnica de “headspace” dinâmico (Figura 3) (Sant’Ana & Stein, 2001). Os frutos foram acondicionados em um recipiente de vidro de 500 mL, exceto os pêssegos que foram colocados em recipiente de 2 L, com duas aberturas superiores, sendo uma para entrada e outra para a saída de ar. Na entrada de ar foi acoplado um cilindro de carvão ativado (filtração do ar) e, na de saída, um cartucho contendo adsorvente orgânico (SPE-ed C8) o qual fez a adsorção dos voláteis pelo período de 24 horas. A circulação de ar no sistema era mantida por meio de uma bomba de vácuo. Todo o sistema foi hermeticamente fechado com filme de PVC. Os voláteis foram desorvidos com 3 mL de etanol, fazendo uma passagem forçada do solvente pelo material adsorvente através de fluxo de ar. Os extratos foram armazenados a -20 °C, até o momento dos ensaios. A fim de padronizar a área de

liberação dos voláteis (1200 cm^2) entre os diferentes frutos, foram medidas as áreas superficiais dos mesmos, através da fórmula $S = 4\pi \cdot r^2$.



FIGURA 3. Sistema *headspace*: extração de voláteis de guabiropa.

3.3 Avaliação do estágio de maturação dos frutos

A avaliação dos frutos foi realizada no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita (Departamento de Horticultura e Silvicultura) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A coloração dos frutos foi determinada, utilizando-se colorímetro digital Konica Minolta® através do sistema CIE $L^*a^*b^*$, onde L^* expressa a luminosidade ($L^* = 0 =$ preto; $L^* = 100 =$ branco) a coordenada a^* corresponde à variação do verde ($-a^*$) ao vermelho ($+a^*$) e a coordenada b^* expressa a variação entre azul ($-b^*$) e amarelo ($+b^*$). Os valores de a^* e b^* foram utilizados para calcular o ângulo Hue (0° - vermelho; 90° - amarelo; 180° - verde; 270° - azul; 360° - preto), através da fórmula $^\circ h^* =$

arcotangente $(b^*.a^*).\frac{180}{\pi}$. Os sólidos solúveis totais foram determinados com auxílio de refratômetro manual e expressos em graus Brix (Tabela 1).

TABELA 1. Valores de pH, ° Brix e ângulo Hue de frutos verdes e maduros de araçazeiro, guabirobeira, pessegueiro e pitangueira.

Fruto	Verdes			Maduros		
	pH	°Brix	°Hue	pH	°Brix	°Hue
Araçá	4,10	5,75	126,64	4,02	6,12	94,96
Guabiroba	*	*	114,82	4,71	16,75	67,95
Pêssego	4,41	8,5	109,83	4,44	12,1	50,28
Pitanga	*	*	**	3,6	11,75	24,77

* O estágio de maturação dos frutos não permitiu a extração do suco para realização da avaliação.** O tamanho dos frutos (< 8 mm de diâmetro) não possibilitou a avaliação.

Foram avaliados de 15 a 30 frutos/espécie/estágio de maturação, realizando uma leitura na região equatorial de cada fruto exceto para os pêssegos nos quais foram realizadas três leituras por fruto, em função da coloração heterogênea dos mesmos.

3.4 Obtenção das polpas dos frutos

As polpas de guabiroba, pitanga e araçá maduros foram extraídas manualmente, através da maceração dos frutos. e a de pêssego, com o auxílio de um microprocessador. Todas as polpas foram obtidas sem adição de solvente, no período entre 24 e 48 horas após a colheita, e mantidas sob refrigeração (-20 °C) até o momento dos testes.

3.5 Bioensaios

3.5.1 Determinação do período de maior oviposição de *Anastrepha fraterculus*

Para avaliação do período de maior postura, insetos recém-emergidos, com até 24 horas de idade, foram agrupados em gaiolas confeccionadas com recipientes plásticos (500 mL), mantidos em câmara climatizada (25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ U.R., fotofase de 12 horas) e alimentados com dieta artificial, conforme descrita no item 3.1. Cada unidade experimental foi formada por dois casais, em um total de dez repetições. Como substratos de oviposição, eram utilizados frutos artificiais, conforme descrito no item 3.1, os quais eram substituídos a cada 24 horas, por um período de 28 dias. Diariamente os frutos eram examinados para a contagem dos ovos.

Os resultados foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$) seguido da análise de comparações múltiplas de Student-Newman-Keuls ($\alpha=0,05$).

3.5.2. Bioensaios eletroantegráficos com *Anastrepha fraterculus*

Foram avaliadas as respostas eletrofisiológicas de antenas de *A. fraterculus* a extratos etanólicos de frutos verdes e maduros de pessegueiro (cultivar Chimarrita), pitangueira, guabirobeira e araçazeiro. Machos e fêmeas de *A. fraterculus*, com até 24 horas de idade, foram inicialmente agrupados em gaiolas plásticas de 500 mL, onde ficaram por 15 a 21 dias, período em que atingiam a idade na qual os testes foram realizados. Os

adultos permaneceram em jejum por 24 horas, recebendo apenas água destilada, antes de cada bioensaio.

Os insetos foram individualmente imobilizados e levados à observação sob estereomicroscópio (400 X), para remoção da cabeça e posterior secção de uma das antenas, na região do pedicelo. Cada antena foi colocada entre dois eletrodos de prata (Figura 4A), com o auxílio de gel condutor, para possibilitar a condutividade elétrica. As extremidades basal e apical da antena ficaram aderidas ao eletrodo registrador e ao neutro, respectivamente (adaptado de Trimble & Marshall, 2007).

Alíquotas dos extratos etanólicos, na dose de 5 μ L foram pipetados e aplicados sobre recortes de papel filtro em forma de sanfona (20 mm x 15 mm) e estes introduzidos, individualmente, na extremidade posterior de uma pipeta Pasteur. A extremidade anterior da pipeta era colocada dentro de um orifício na parede de um tubo de metal (1 cm de diâmetro X 18 cm de comprimento), orientado em direção à antena (1 cm de distância), a qual foi estimulada com intervalos de 1 minuto, realizando-se 15 repetições por tratamento. Para evitar o ressecamento das antenas, estas foram constantemente umedificadas durante os testes. Para tanto, uma corrente de ar, direcionada à antena, passava por um balão de Erlenmeyer (50mL) contendo água destilada (borbulhador).

As respostas eletrofisiológicas, em milivolts (mV), foram amplificadas (Figura 4B) e processadas com um controlador de aquisição de dados (IDAC-4, Syntech® the Netherlands) (Figura 4C) e, posteriormente, registrada através de software (EAG2000, Syntech® The Netherlands). As antenas foram submetidas a pulsos de ar, gerados por um controlador de

fluxo (CS-02, Syntech® The Netherlands) (Figura 4D), em um volume de 2,5 mL/ 0,5 s, com os diferentes tratamentos testados. A ordem de exposição dos mesmos foi aleatória e os papéis filtro contendo os diferentes extratos, eram renovados a cada duas horas. Como controle foi utilizado o solvente etanol.

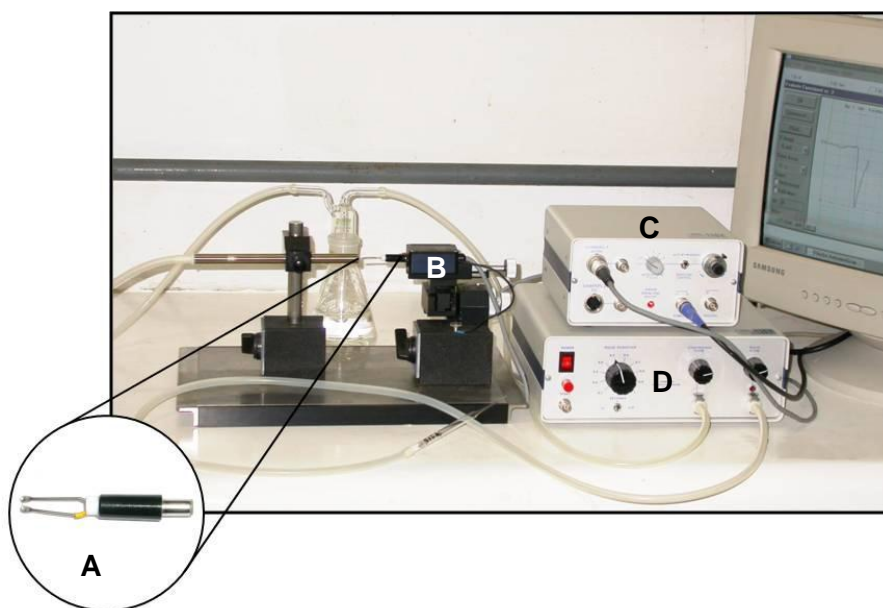


FIGURA 4. Eletroantenógrafo: A) eletrodo, em detalhe; B) pré-amplificador de sinal elétrico; C) controlador de aquisição de dados ; D) controlador de fluxo de ar.

Os dados foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), seguido da análise de comparações múltiplas de Student-Newman-Keuls ($\alpha = 0,05$).

3.5.3 Bioensaios comportamentais com *Anastrepha fraterculus*

3.5.3.1 Influência da densidade de fêmeas no comportamento de oviposição

Fêmeas acasaladas e sem experiência prévia com substrato de

oviposição, com 17 dias de idade, foram confinadas por quatro dias em gaiolas plásticas de 500 mL, contendo dieta artificial, água destilada e um fruto artificial com polpa de amora-preta, conforme descrito no item 3.1, em três densidades, uma, cinco e dez por gaiola, totalizando dez repetições por tratamento.

Os frutos artificiais, utilizados como substrato para oviposição, foram diariamente substituídos e o número de ovos contabilizados. Os insetos foram mantidos em câmara climatizada (25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ U.R., fotofase de 12 horas) durante todo período experimental.

A influência da densidade de fêmeas sobre o comportamento de oviposição foi estimada através do número médio de ovos depositados por fêmea, sendo estes comparados pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$). O mesmo teste foi utilizado para verificar a existência de diferença entre o número médio de ovos depositados a cada 24 horas, dentro das três densidades.

3.5.3.2 Influência do substrato de oviposição na seleção do hospedeiro

Para avaliar a influência do substrato na seleção do hospedeiro, foram utilizadas polpas de araquá, guabiroba, pêssego e pitanga.

Fêmeas com idade entre 15 e 20 dias, acasaladas e sem experiência prévia com substrato de oviposição, foram pareadas em gaiolas de 500 mL, recebendo água destilada e dieta artificial. Em cada gaiola foram disponibilizados para as fêmeas dois frutos artificiais, um confeccionado com água, ágar e a polpa de uma das quatro espécies hospedeiras (adaptado de

Salles, 1992) e o outro com apenas água e ágar (testemunha). Foram realizadas 20 repetições por tratamento, exceto para o substrato com polpa de araçá, o qual constou de 18 repetições. Após 24 horas de exposição às moscas, os frutos foram retirados das gaiolas e os ovos depositados foram contabilizados. Durante o período dos testes os insetos foram mantidos sob condições controladas (25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ U.R., fotofase de 12 horas).

A influência da polpa de frutos na seleção do hospedeiro foi avaliada através do número médio de ovos depositados por fêmea nos tratamentos e em seus respectivos controles, sendo os valores comparados pelo teste de Wilcoxon (teste U) ($\alpha = 0,05$).

3.5.3.3 Influência da cor na seleção do hospedeiro

A influência da cor na seleção do hospedeiro foi avaliada utilizando 40 fêmeas com idade entre 15 e 21 dias (período de maior oviposição), acasaladas e inexperientes com os substratos de oviposição, confinadas duas a duas em gaiolas de 500 mL.

Para cada dupla, juntamente com água destilada e dieta artificial, foram oferecidos três frutos artificiais confeccionados com água, ágar e corante alimentício Mix[®] (1 mL de corante/ 60 mL de água), nas cores verde (verde hortelã), vermelha (vermelho natal) e amarela (amarelo gema), os quais foram utilizados como substratos para oviposição, totalizando 20 repetições. Os insetos foram mantidos sob as mesmas condições citadas no item 3.5.3.2. Após 24 horas, os frutos foram retirados das gaiolas e os ovos contabilizados.

A influência da cor foi avaliada através da fecundidade média das fêmeas/gaiola e os dados foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$)

3.5.3.4 Influência da experiência prévia no comportamento de oviposição

Consideraram-se como experientes, as fêmeas que foram previamente expostas a substratos de oviposição pelo período de 72 horas, através do seguinte procedimento: a um grupo de insetos foi oferecido um fruto artificial contendo polpa de guabiroba, a outro, um com polpa de pêssigo e a um terceiro, simultaneamente, os dois substratos de oviposição um com polpa de guabiroba e outro com a de pêssigo; o último grupo não teve contato prévio com os substratos de oviposição, sendo considerado inexperiente.

Foram utilizados quatro grupos de moscas com 25 casais cada e com idade entre 15 e 21 dias, os quais foram confinados, cinco a cinco, em gaiolas plásticas de 16 cm de diâmetro. Imediatamente após o período de experiência, as fêmeas sobreviventes de cada grupo (experientes com guabiroba $n = 23$; com pêssigo $n = 20$; com ambos $n = 22$; inexperientes $n = 20$) foram testadas individualmente em arenas confeccionadas com caixas Gerbox cobertas com filme PVC.

Os insetos foram aclimatados por 30 minutos, na arena de testes, antes do início dos ensaios (Figura 5A). Em seguida foram oferecidos a cada uma das fêmeas, dois frutos artificiais, um com polpa de guabiroba e outro

com a de pêsego, voltados e aproximados de uma fonte de luz, para estimular a oviposição (Figura 5B).

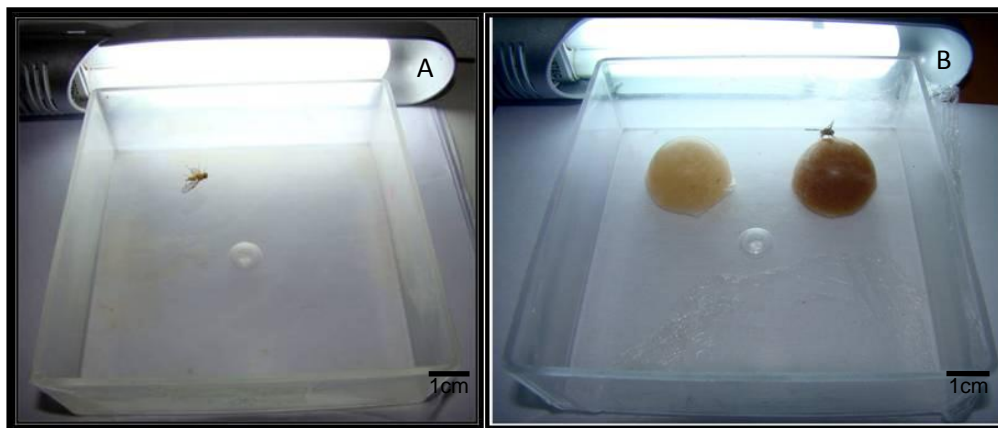


FIGURA 5. Caixa Gerbox com fêmea de *Anastrepha fraterculus*: A) isolada em fase de aclimatação; B) em teste, com frutos artificiais contendo polpa de pêsego (à esquerda) e guabiroba (à direita), próximos a fonte de luz.

O comportamento de cada inseto foi observado por 30 minutos e registrados com auxílio do Software Etholog 2.2. As categorias comportamentais avaliadas foram – inspeção (caminhando sobre o fruto ou tocando sua superfície com o aparelho bucal) (Figura 6A); arraste (arrastando o ovipositor na superfície do fruto) (Figura 6B); punctura (introduzindo o acúleo no fruto) (Figura 6C); repouso (parada sobre o fruto sem tocá-lo com aparelho bucal) (Figura 6D). Para a elaboração do etograma foi utilizado o termo “arena” para designar os insetos que estavam fora do fruto (Figura 7). Os critérios utilizados para avaliação foram a frequência e a seqüência dos comportamentos. Foi também avaliado o percentual de fêmeas que ovipositaram nos frutos artificiais, nos diferentes tratamentos.

Os dados foram analisados através de testes Qui-quadrado ($\alpha = 0,05$) e posteriormente foram elaborados etogramas referentes aos quatro grupos de insetos.

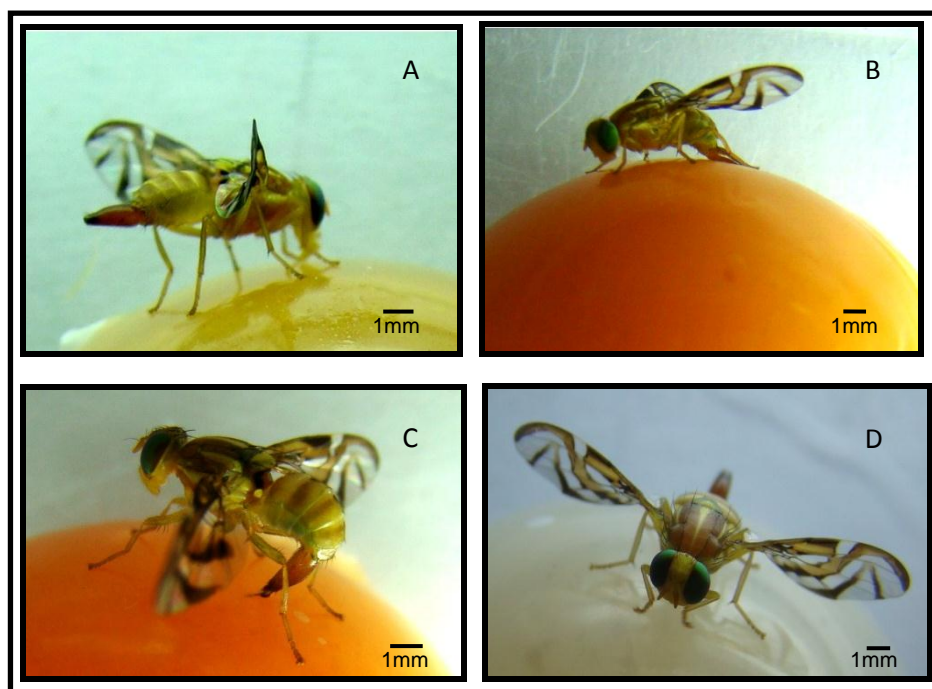


FIGURA 6. Categorias comportamentais observadas em *Anastrepha fraterculus*: A) inspeção; B) arraste; C) punctura; D) repouso.



FIGURA 7. Fêmea de *Anastrepha fraterculus* na arena de testes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Período de maior oviposição de *Anastrepha fraterculus*

Os primeiros ovos depositados foram registrados quando os insetos tinham cinco dias de idade ($1 \pm 5,04$ ovos/fêmea). A terceira semana após a emergência, foi o período no qual se constatou a maior oviposição (Figura 5), quando as fêmeas tinham entre 15 e 21 dias de idade, sendo o número médio de ovos/fêmea de $51,9 \pm 0,64$, diferindo estatisticamente das demais semanas (Figura 8). Após a terceira semana ocorreu um decréscimo significativo no número médio de ovos depositados.

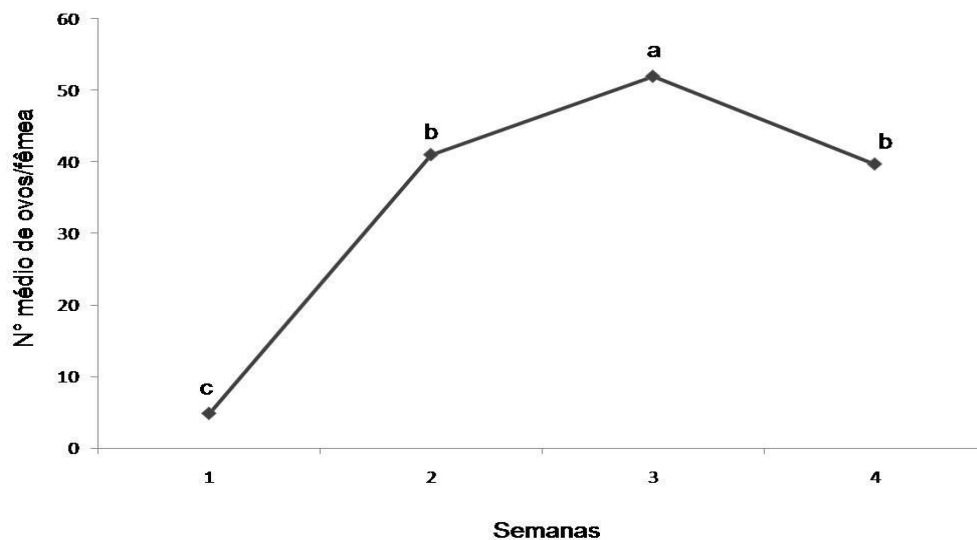


FIGURA 8. Número médio de ovos depositados por *Anastrepha fraterculus* por semana. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si (Student-Newman-Keuls, $P < 0,05$).

Em *Anastrepha obliqua* (Macquart) foi observado um comportamento semelhante, ou seja, o pico de oviposição ocorreu quando as fêmeas tinham entre 15 e 25 dias de idade (Carvalho *et al.*, 1998).

Em estudos com *A. fraterculus*, Vera *et al.* (2007) constataram que, dentre as quatro semanas de avaliação do período de maior de oviposição, em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R. $80 \pm 10\%$, fotofase de 12 horas), as três primeiras, representaram aproximadamente 90% do total de ovos depositados, indicando que o período ótimo para manutenção dos insetos em criação, seria de 28 dias. Lima *et al.* (1994), no entanto, verificaram que, quando as condições de criação foram de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, U.R. $60 \pm 10\%$ e fotofase de 13 horas, o pico de oviposição da mosca-das-frutas-sul-americana ocorreu na quarta semana, ou seja, entre 25 e 30 dias após a emergência. De acordo com os autores, em laboratório, fêmeas dessa espécie copulam, em média, três vezes durante a vida e a cópula não ocorre antes dos $16,8 \pm 0,9$ dias de idade, sendo que o intervalo entre a primeira e a segunda cópula é de $22,5 \pm 3,22$ dias. Salles (2000), no entanto, menciona que *A. fraterculus* coloca ovos sem ainda ter acasalado, pelo menos quando confinada em gaiolas ou outros recipientes utilizados em experimentação de laboratório, contudo, não foram encontrados na literatura consultada, trabalhos que avaliem a fecundidade de fêmeas não copuladas dessa espécie.

Segundo Salles (2000), fêmeas de *A. fraterculus*, no décimo dia de oviposição, colocam cerca de 20 ovos/dia, no quadragésimo depositam em torno de dez e, no octogésimo, apenas cinco ovos. Dessa forma, pode-se supor que o declínio da fecundidade de *A. fraterculus*, a partir da quarta

semana de vida, observado no presente estudo, possa estar associado ao avanço da idade das fêmeas.

4.2 Bioensaios eletroantegráficos com *Anastrepha fraterculus*

As maiores respostas eletroantegráficas de fêmeas de *A. fraterculus* foram registradas para os extratos de guabiroba verde ($-7,7 \pm 1,66$ mV) e madura ($-6,9 \pm 1,67$ mV), araçá maduro ($-6,2 \pm 1,68$ mV), e pitanga verde ($-4,9 \pm 1,35$ mV), seguidos pelo extrato de araçá verde ($-4,8 \pm 1,44$ mV). Os demais extratos não diferiram significativamente do controle (etanol) e nem entre si (Tabela 2).

TABELA 2 Média de respostas eletroantegráficas (mV) (\pm EP) de fêmeas (n = 20) e machos (n = 18) de *Anastrepha fraterculus*, a extratos de frutos verdes e maduros.

Tratamentos	Respostas (mV) -1	
	Fêmeas*	Machos*
Guabiroba verde	7,7 \pm 1,66 a	5,5 \pm 1,25 a
Guabiroba madura	6,9 \pm 1,67 ab	5,6 \pm 1,65 ab
Araçá maduro	6,2 \pm 1,68 ab	4,5 \pm 1,31 ab
Pitanga verde	4,9 \pm 1,35 ab	4,1 \pm 1,13 abc
Araçá verde	4,8 \pm 1,44 b	4,6 \pm 1,26 ab
Pitanga madura	3,0 \pm 1,76 c	3,3 \pm 1,13 bcde
Pêssego maduro	2,9 \pm 1,05 c	1,8 \pm 1,08 e
Pêssego verde	2,8 \pm 0,96 c	2,8 \pm 1,45 cde
Etanol	2,4 \pm 1,11 c	2,0 \pm 1,00 de

* Médias não diferiram significativamente entre os sexos ($P > 0,05$). Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si (Student-Newman-Keuls $P < 0,05$).

Em antenas de machos, as maiores despolarizações médias foram registradas em resposta aos extratos de guabiroba verde ($-5,5 \pm 1,25$ mV) e

madura ($-5,59 \pm 1,65$), araçá verde ($4,6 \pm 1,26$ mV) e maduro ($-4,5 \pm 1,31$ mV) e pitanga verde ($-4,1 \pm 1,13$ mV). Os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas do controle (etanol) (Tabela 2).

As respostas eletrofisiológicas geradas por *A. fraterculus* não diferiram estatisticamente entre os sexos ($P > 0,05$), para todos os tratamentos (Tabela 2).

A influência do estágio de maturação do fruto nas respostas eletrofisiológicas de fêmeas foi relevante somente para o extrato de pitanga, desencadeando respostas significativamente maiores para o fruto verde. Este fator não influenciou as respostas em antenas de machos (Tabela 2).

Cornelius *et al.* (2000) em experimentos a campo, avaliando a atratividade de *B. dorsalis*, a odores de goiaba (*Psidium guajava* L., Myrtaceae) e manga (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae), em diferentes estágios de maturação, constataram que fêmeas foram mais atraídas pelos odores de frutos com maturação avançada, de ambas as espécies, quando comparados com os de frutos maduros, parcialmente maduros e imaturos. Em machos, no entanto, os autores verificaram que as maiores respostas foram geradas pelos odores de frutos nos estágios maduro e parcialmente maduro, para ambos os frutos.

Siderhurst & Jang (2006) estudaram as respostas comportamentais de *B. dorsalis*, em túnel-de-vento, a extratos de amendoeira-da-praia (*Terminalia catappa*) e registraram que mais fêmeas sexualmente maduras e acasaladas foram atraídas pelo extrato do fruto ($16,6 \pm 2,5$), em comparação ao solvente etanol ($1,2 \pm 0,6$). No entanto, machos sob as mesmas condições, assim como indivíduos sexualmente imaturos de ambos os sexos

e fêmeas virgens em idade reprodutiva, não apresentaram respostas significativas, quando comparadas ao controle.

Malo *et al.* (2005) compararam as respostas comportamentais, em túnel-de-vento, de *A. ludens* a goiabas e esferas amarelas e constataram que tanto machos quanto fêmeas foram significativamente mais atraídos para os frutos de goiabeira ($P < 0,05$). Testes eletroantenográficos executados posteriormente confirmaram a bioatividade do extrato de goiaba, em ambos os sexos. Através do acoplamento entre cromatógrafo e detector eletroantenográfico (CG-EAD), os autores puderam detectar neste extrato, a presença de oito substâncias bioativas às antenas de machos e sete, em de fêmeas, as quais foram caracterizadas estruturalmente como: butirato de etila, (*E*)-3-hexenol, (*Z*)-3-hexenol, hexanol, hexanoato de etila, acetato de hexenila, butirato de (*Z*)-3-hexenila e octanoato de etila. Essas mesmas substâncias também foram observadas em extratos de frutos de araçazeiro (Pino *et al.*, 2001) e algumas delas, tais como, butirato de etila, (*Z*)-3-hexenol, hexanol, hexanoato de etila, também foram detectadas em extratos de frutos de guabiroba-da-folha-finaba (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav.) (Osorio *et al.*, 2006).

Apesar de no presente estudo não terem sido identificadas quais foram as substâncias bioativas presentes nos extratos testados, foi possível observar que *A. fraterculus* é seletiva a determinados extratos de frutos, sendo esta seletividade, possivelmente relacionada à presença e à concentração de determinadas substâncias que desencadeiam as respostas eletrofisiológicas. Estas moléculas, isoladamente ou em mistura, podem desempenhar diferentes papéis biológicos e estarem relacionadas a sinais

de orientação na busca por sítios de cópula e alimentação, para ambos os sexos (Visser, 1986), bem como, com substratos de oviposição para fêmeas (McInnis, 1989).

As menores respostas eletrofisiológicas desencadeadas pelos extratos de pitanga madura e de pêssego, em comparação aos demais extratos (Tabela 2), podem ser devido à ausência ou baixa concentração de substâncias bioativas, como as relatadas por Pino *et al.*(2001) e Malo *et al.*(2005).

Do ponto de vista biológico, as pequenas respostas ao extrato de pitanga madura, no presente estudo, podem estar relacionadas ao não reconhecimento dos voláteis liberados por este extrato como indicadores de sítios adequados para alimentação e acasalamento e/ou oviposição.

Da mesma forma, a baixa resposta eletrofisiológica de fêmeas ao extrato de pitanga madura pode ser devida a rápida deterioração do fruto nesta fase, o qual mantém suas características físicas e químicas por apenas cinco dias, mesmo quando sob refrigeração (Mélo *et al.*, 2000). Assim, estes não seriam atrativos para a oviposição, pois não garantiriam recursos que permitissem o desenvolvimento larval. Segundo Salles (2000), a uma temperatura de 25 °C a fase larval de *A. fraterculus* dura, em média, 12 dias.

Já as respostas reduzidas aos extratos de pêssego podem estar vinculadas ao fato de que *A. fraterculus*, assim como outras espécies, adaptam-se ao hospedeiro como resultado de um processo de coevolução, estando dessa forma mais relacionadas a espécies hospedeiras nativas de sua região de origem, como as de Myrtaceae (Malavasi *et al.*, 2000).

4.3 Bioensaios comportamentais com *Anastrepha fraterculus*

4.3.1 Influência da densidade de fêmeas na fecundidade

O número médio de ovos depositados por fêmea não foi afetado pelas três densidades testadas ($P > 0,05$). Da mesma forma, a fecundidade média por fêmea não apresentou diferença significativa quando comparados os quatro dias de avaliação ($P > 0,05$) (Tabela 3). Esses dados corroboram os obtidos por Díaz-Fleischer & Aluja (2003), os quais observaram que o número médio de ovos depositados por fêmea de *A. ludens* não variou quando comparados indivíduos isolados ou agrupados, embora tenham constatado que os agrupados visitaram mais e apresentaram um número maior de tentativas de oviposição, do que os solitários. Aluja *et al.* (2001)

TABELA 3. Média de ovos depositados por *Anastrepha fraterculus* (\pm EP), em três diferentes densidades de fêmeas por gaiola, durante quatro dias ($n = 10$ repetições/ tratamento).

Tempo (dias)	Número médio de ovos/fêmeas/gaiola*		
	1	5	10
1 ^o	7,5 \pm 3,54	4,9 \pm 1,64	5,7 \pm 1,59
2 ^o	5,6 \pm 2,91	4,8 \pm 1,55	3,4 \pm 1,49
3 ^o	8,6 \pm 3,31	5,3 \pm 1,34	4,0 \pm 1,08
4 ^o	12,3 \pm 2,17	5,6 \pm 1,3	5,1 \pm 1,48

*Médias não diferiram significativamente (Kruskal-Wallis, $P > 0,05$).

estudaram a influência do agrupamento de fêmeas coespecíficas no processo de desenvolvimento ovariano de *A. ludens* e *A. obliqua*. Segundo os autores, em ambas as espécies, a maturação ovariana foi afetada pela presença de outras fêmeas, produzindo um número significativamente maior de oócitos, quando comparadas com fêmeas isoladas.

No presente estudo, se houve um incremento do desenvolvimento ovariano em fêmeas que estiveram agrupadas, este fato não se refletiu nas taxas de fecundidade. Outros fatores, tais como o comportamento de territorialidade exibido por fêmeas de *A. fraterculus* pode ter influenciado o número de ovos depositados. Bisotto-de-Oliveira *et al.* (2008) verificaram que as fêmeas dominantes dessa espécie defendem seus sítios de oviposição, exibindo comportamento agressivo, a fim de expulsar suas rivais coespecíficas. Dessa forma, quando agrupadas, as dominantes podem defender seu sítio de postura de outras da mesma espécie, e assim incrementar suas chances de oviposição, em detrimento das demais. Além disso, supõe-se que as fêmeas, no presente estudo, da mesma forma que *A. ludens* e *A. obliqua*, conforme relatado por Aluja *et al.* (2001), podem elevar sua produção de oócitos, quando agrupadas com coespecíficas, podendo dessa forma depositar um maior número de ovos. Sendo assim, a similaridade entre o número médio de ovos depositados, por fêmeas solitárias e agrupadas é devido, provavelmente, a um equilíbrio entre fisiologia reprodutiva, competição e territorialidade. Outros estudos devem ser realizados para que seja comprovada a influência destes fatores na fecundidade e fertilidade de *A. fraterculus*.

4.3.2 Influência do substrato de oviposição na seleção do hospedeiro

O número médio de ovos depositados nos substratos contendo polpa de guabiroba ($11,8 \pm 2,90$) e de pêssigo ($19,5 \pm 3,19$) foi significativamente maior, quando comparados com os substratos controle ($6,3 \pm 2,11$ e $8,7 \pm 2,63$, respectivamente) (Figuras 9A e 9B). De forma contrária, os frutos

artificiais contendo as polpas de pitanga e araçá não apresentaram diferença estatística quando comparados aos respectivos controles (Figuras 9C e 9D).

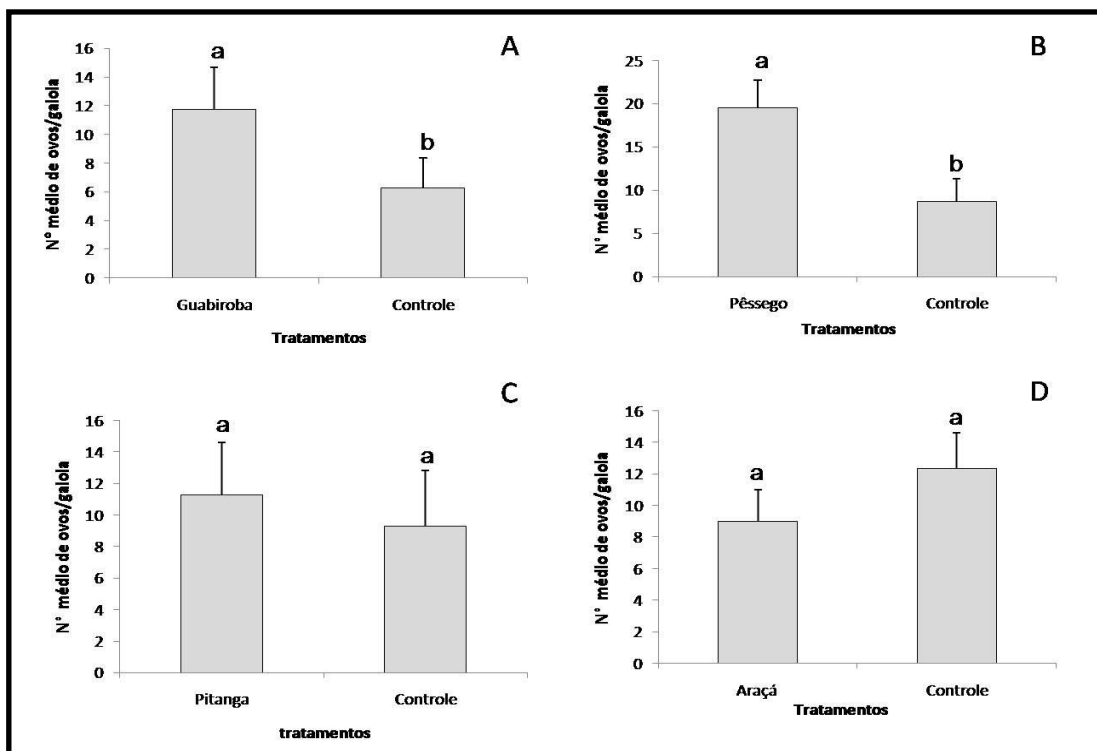


FIGURA 9. Número médio de ovos depositados por *Anastrepha fraterculus* em frutos artificiais contendo polpas de: A) guabiroba; B) pêssego; C) pitanga; D) araçá; Colunas seguidas de letras distintas diferem entre si (Wilcoxon, $P < 0,05$).

A escolha do hospedeiro, antes da oviposição, é fundamental para a sobrevivência e sucesso da prole, já que as larvas possuem pouca mobilidade e dependem dos recursos nutritivos selecionados pelas fêmeas no momento da postura (Singer, 1986; Renwick, 1989). Trabalhos como o desenvolvido por Joachim-Bravo & Silva-Neto (2004), demonstraram que insetos polívoros, apesar de poderem ovipositar em diferentes hospedeiros, exibem uma hierarquia de preferência, onde algumas espécies são sempre preferidas em detrimento de outras. De acordo com os autores, tanto fêmeas selvagens quanto às de laboratório, de *C. capitata*, preferiram ovipositar em

mamão em comparação à manga, laranja e maçã. Estes dados corroboram os obtidos por Joachim-Bravo *et al.* (2001a) que observaram a hierarquia de preferência de oviposição de *C. capitata* entre, mamão, laranja, banana e maçã.

No presente trabalho não foi avaliada a preferência de oviposição de *A. fraterculus*, em relação às espécies hospedeiras testadas, no entanto foi possível observar maior quantidade de ovos em substratos contendo polpa de guabiroba e pêsego, em comparação com os respectivos substratos controle ($P < 0,05$). Este fato pode estar relacionado à maior compatibilidade química entre o substrato e os receptores olfativos (antenas) e/ou gustativos (aparelho bucal e ovipositor), presentes no corpo dos insetos (Atkins, 1980; Boeckh, 1984; Faucheux, 1991), os quais podem ser responsáveis por direcionar a escolha de fêmeas através de pistas químicas, que indicariam a possível qualidade nutricional do substrato mais adequado para o desenvolvimento da prole.

A relação entre preferência por substratos de oviposição e performance larval foi observada em *C. capitata*, por Joachim-Bravo *et al.* (2001c). Os autores constataram que a maior preferência por mamão em detrimento à maçã, está diretamente relacionada ao desenvolvimento larval. Fontellas-Brandalha & Zucoloto (2004) avaliando o comportamento de escolha de *A. obliqua* entre sítios artificiais de oviposição contendo diferentes nutrientes, registraram maior preferência por aqueles que continham levedo e sacarose juntos, quando comparados aos substratos com apenas levedo, enquanto que os que não possuíam nutrientes foram os menos aceitos. Segundo os autores, a presença de proteína no levedo pode

ter estimulado a oviposição, visto que é um nutriente essencial para o desenvolvimento larval (Braga & Zucoloto, 1981). Desta forma, é possível que em *A. fraterculus* exista uma associação entre a escolha do hospedeiro e a qualidade nutricional do substrato de oviposição.

4.3.3 Influência da cor na seleção do hospedeiro

A fecundidade média de fêmeas de *A. fraterculus* não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$), entre frutos artificiais de cores verde ($7,5 \pm 2,72$), vermelha ($7,8 \pm 2,38$) e amarela ($6,9 \pm 2,00$).

É incomum registros na literatura que associem a cor do substrato de oviposição à fecundidade de mosca-das-frutas. A maioria dos trabalhos relacionados à cor relata a importância deste fator no comportamento fototático das espécies. Segundo Landolt *et al.* (1988), muitos insetos são atraídos preferencialmente pela porção verde-amarela (500-600 nm) do espectro de luz, sendo este comprimento de onda típico de folhagem verde e de frutos maduros. Drew *et al.* (2003) sugerem que as respostas visuais de algumas espécies podem refletir a propensão genética dos insetos de serem atraídos por cores semelhantes às de seus frutos hospedeiros.

A influência da cor na atratividade de tefritídeos já foi relatada por alguns autores. Katsoyannos & Kouloussis (2001) observaram que a cor de esferas utilizadas como armadilhas influencia a captura de *Bactrocera oleae* (Gmelin). Conforme os autores, esferas amarelas, laranjas, vermelhas e pretas capturaram mais machos do que as verdes, as azuis e as brancas. Já as fêmeas foram mais encontradas em esferas pretas, vermelhas e laranjas, quando comparadas com as demais cores. Drew, *et al.* (2003) no entanto,

constataram que machos e fêmeas de *Bactrocera tryoni* (Froggatt) foram significativamente mais atraídos por mímicos de frutos nas cores azul ou branca, quando comparados aos de cor vermelha, laranja, amarela, verde ou preta. Os autores observaram, entretanto, que indivíduos de *Bactrocera cacuminata* (Hering), ao contrário de *B. tryoni*, foram mais atraídos por frutos artificiais de cores laranja e amarela quando comparados com os das demais cores.

Cytrynowicz *et al.* (1982) estudaram respostas visuais de *A. fraterculus* e *C. capitata* a retângulos e esferas coloridas, a campo para ambas e, em laboratório para *A. fraterculus*. Os autores verificaram que os retângulos amarelos foram mais atrativos que os laranjas, verdes e vermelhos, para as duas espécies, nos experimentos a campo. Em laboratório, retângulos de cor amarela foram mais atrativos do que os verdes e vermelhos para *A. fraterculus*. Além disso, tanto em laboratório quanto em campo, esferas amarelas capturaram mais fêmeas de *A. fraterculus* do que as de outras cores, entretanto, fêmeas de *C. capitata* foram mais atraídas por esferas vermelhas e pretas.

McInnis (1989) foi um dos raros autores que estudou a influência da cor na fecundidade de tefritídeos. Segundo o autor, *C. capitata* oviposita um número significativamente menor de ovos em substratos azuis, quando comparados aos pretos e vermelhos de mesmo tamanho (25 mm de diâmetro).

Ao contrário do registrado por McInnis (1989) para *C. capitata*, em *A. fraterculus*, a cor parece não ser um fator importante na seleção do

hospedeiro para oviposição, apesar de Cytrynowicz *et al.* (1982) terem verificado influência da cor na atratividade desta espécie.

Embora seja desconhecido o efeito da cor do substrato, sobre o comportamento de oviposição de *A. fraterculus*, com base nos resultados aqui obtidos, pode-se inferir que, em ambientes confinados, esse fator não afeta a fecundidade da espécie.

4.3.4 Influência da experiência prévia no comportamento de oviposição

Excetuando-se as fêmeas previamente expostas à polpa de pêsego, que não apresentaram preferência por nenhum dos substratos, as expostas aos demais tratamentos preferiram puncturar e ovipositar nos substratos que continham polpa de guabiroba. (Tabela 4, Figura 10).

TABELA 4 Percentual de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* que apresentaram respostas comportamentais (inspeção, arraste, punctura e repouso), em frutos artificiais com polpa de pêsego e guabiroba, quando previamente expostas a estes (experientes), em conjunto ou separadamente e das não expostas, tratamento controle (inexperientes).

N	Substrato de oviposição		Categorias comportamentais			
	Experiência (3 dias)	Tratamentos	Inspeção	Arraste	Punctura	Repouso
23	Guabiroba	Guabiroba	91,3 a	69,6 a	69,6 a	52,2 a
		Pêssego	69,6 b	21,8 b	17,4 b	13 b
20	Pêssego	Guabiroba	90 a	60 a	60 a	60 a
		Pêssego	75 b	55 a	55 a	40 b
22	Guabiroba e Pêssego	Guabiroba	100 a	54,5 a	54,5 a	68,2 a
		Pêssego	95,5 a	40,9 a	27,3 b	36,4 b
20	Nenhuma (inexperiente)	Guabiroba	80 a	30 a	30 a	60 a
		Pêssego	70 a	5 b	10 b	30 b

Percentuais seguidos por letras diferentes, nas colunas dentro dos tratamentos diferem entre si (χ^2 , $P < 0,05$).

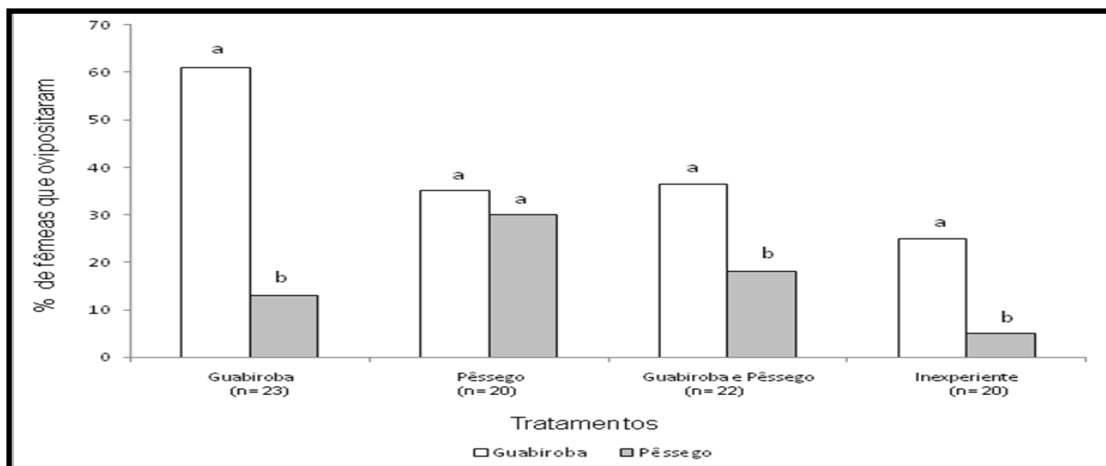


FIGURA 10. Percentual de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* que ovipositaram em frutos artificiais com polpa de pêssego e guabiroba, quando previamente expostas a estes (experientes), em conjunto ou separadamente, e das não expostas, tratamento controle (inexperientes). Percentuais seguidos por letras diferentes, nas colunas dentro dos tratamentos, diferem entre si (χ^2 , $P < 0,05$).

No presente estudo foi possível observar que tanto em guabiroba (Figura 11A) como em pêssego (Figura 11B), a experiência foi relevante na aceitação (arraste e punctura), ou seja, em ambos os casos houve um incremento no percentual de fêmeas que exibiram tais comportamentos.

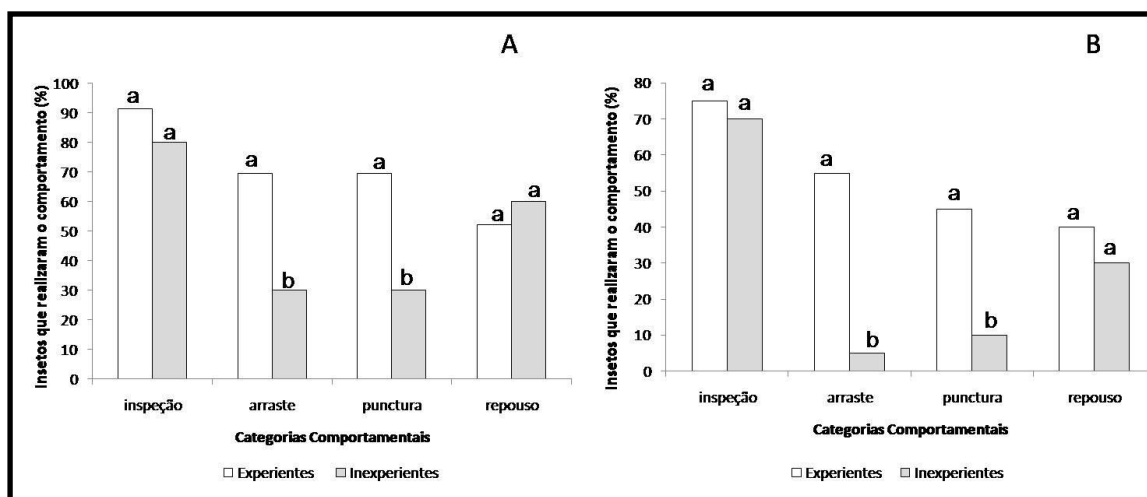


FIGURA 11 Percentual de respostas comportamentais de fêmeas de *Anastrepha fraterculus*: A) experientes com guabiroba e inexperientes; B) experientes com pêssego e inexperientes. Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, dentro das categorias (χ^2 , $P < 0,05$).

Através da análise comportamental de fêmeas de *A. fraterculus*, foi possível observar, por meio de etogramas, padrões de comportamento semelhantes entre insetos inexperientes e experientes. Fêmeas, quando expostas aos substratos contendo polpa de pêsego e guabiroba, apresentam, principalmente, seqüências cíclicas de inspeções, arrastes, puncturas e repousos sobre o fruto escolhido (Figuras 12, 13, 14 e 15). Apesar desta semelhança, foram verificadas freqüências comportamentais distintas entre os diferentes tratamentos, demonstrando que as respostas comportamentais podem variar de acordo com a experiência adquirida.

Fêmeas inexperientes inspecionaram, inicialmente, ambos os substratos de forma indiscriminada, no entanto as maiores freqüências de arraste, punctura e repouso foram realizados sobre os frutos artificiais que continham polpa de guabiroba (Figura 12). Respostas semelhantes foram obtidas, quando avaliado o comportamento de insetos previamente expostos à polpa de guabiroba (Figura 13) e a ambas as polpas (Figura 14). Nestes casos, porém tanto as primeiras inspeções quanto o arraste, a punctura e o repouso foram mais freqüentemente nos substratos confeccionados com polpa de guabiroba. No entanto, fêmeas previamente expostas à polpa de pêsego, inspecionaram indiscriminadamente os dois substratos, mas arraste e punctura foram mais freqüentes em frutos com polpa de guabiroba (Figura 15).

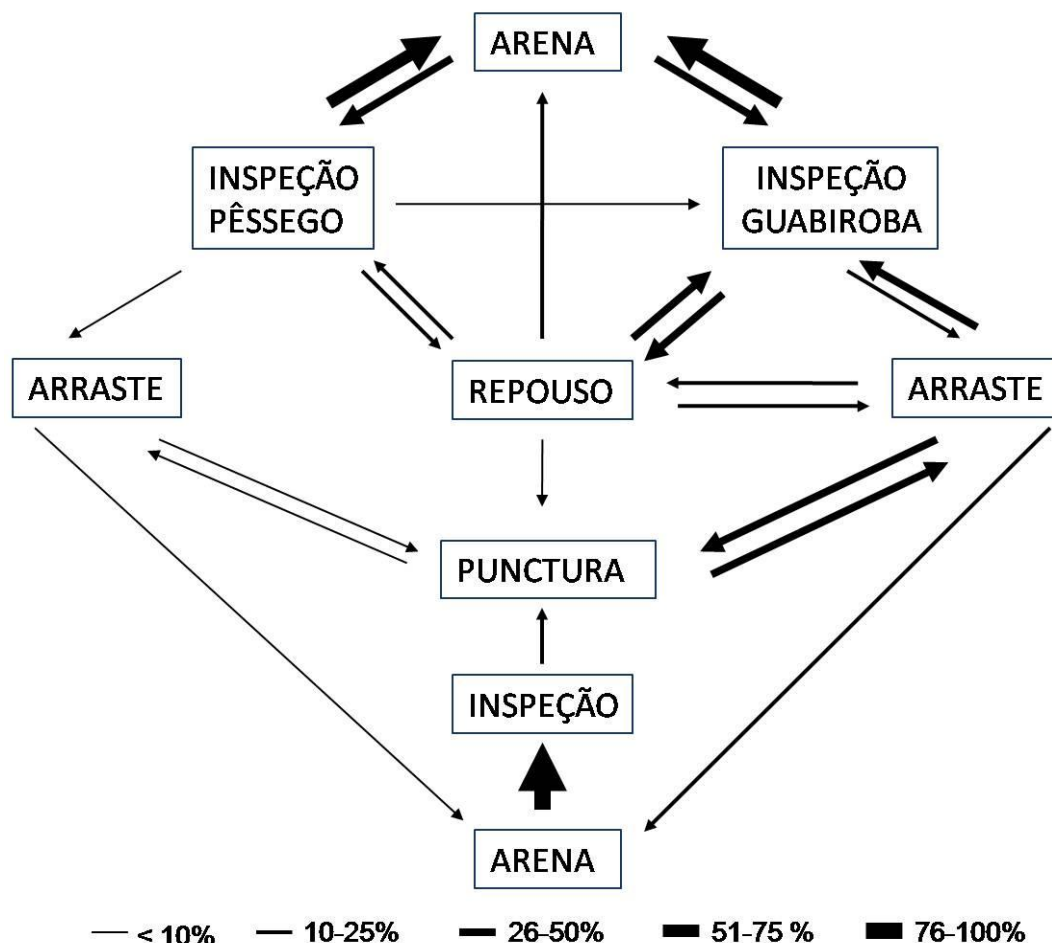


FIGURA 12. Etograma de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* inexperientes (sem contato prévio com substrato de oviposição) expostas a frutos artificiais com polpa de pêssigo e guabiroba ($n = 18$). Fêmeas que permaneceram durante todo o período de observação fora do fruto (arena) não foram representadas ($n = 2$). A espessura das flechas indica o percentual de insetos que realizaram o comportamento.

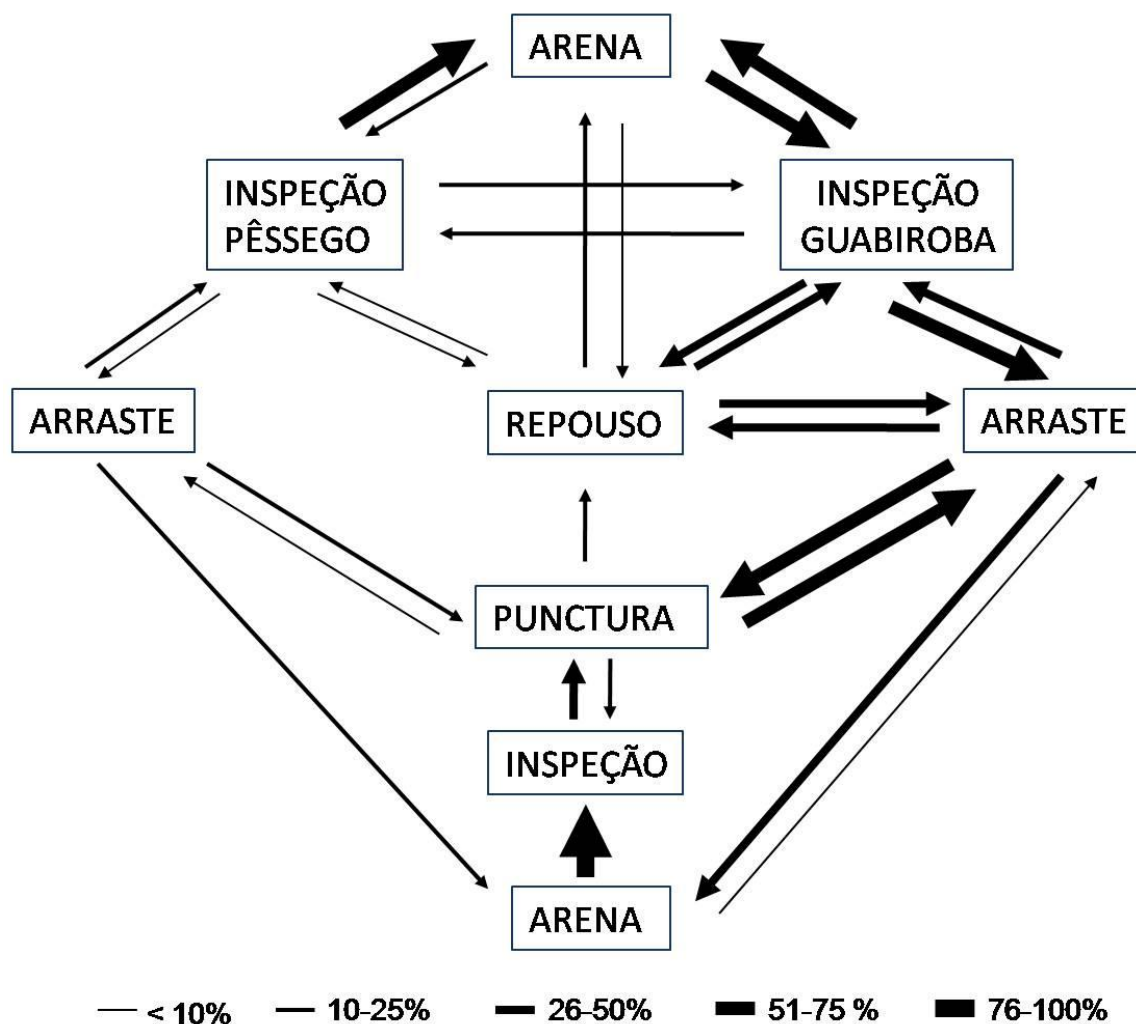


FIGURA 13. Etoograma de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* experientes com substrato contendo polpa de guabiroba e expostas a frutos artificiais com polpa de pêsego e guabiroba (n = 22). Fêmeas que permaneceram durante todo o período de observação fora do fruto (arena) não foram representadas (n = 1). A espessura das flechas indica o percentual de insetos que realizaram o comportamento.

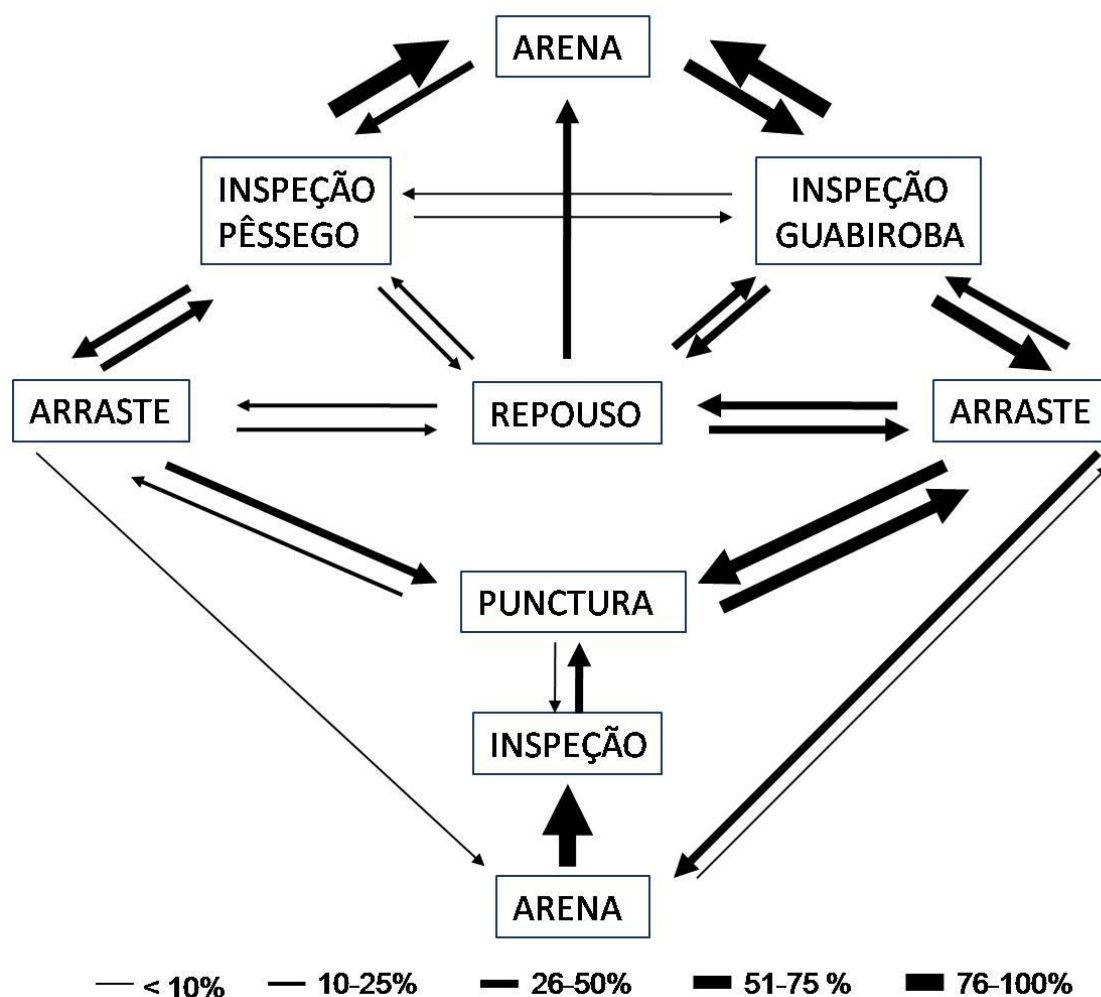


FIGURA 14. Etograma de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* experientes com ambos os substratos, e expostas a frutos artificiais com polpa de guabiroba e de pêsego (n = 22). A espessura das flechas indica o percentual de insetos que realizaram o comportamento.

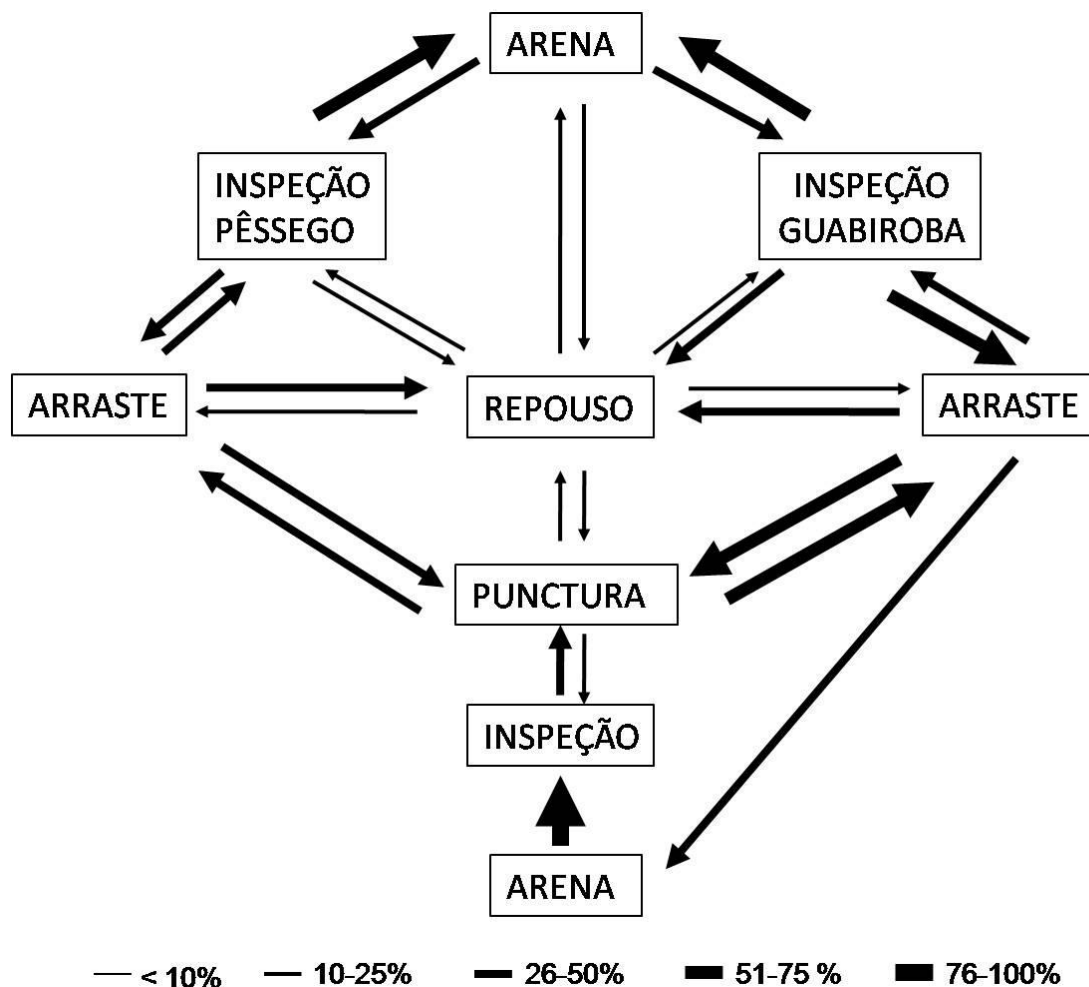


FIGURA 15. Etoograma de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* experientes com substrato contendo polpa de pêsego, e expostas a frutos artificiais com polpa de guabiroba e de pêsego (n = 20). A espessura das flechas indica o percentual de insetos que realizaram o comportamento.

A influência da experiência nos padrões de oviposição de tefritídeos, já foi observada por outros autores. Joachim-Bravo *et al.* (2001b) constataram que moscas inexperientes de *C. capitata* preferem ovipositar em substratos contendo ácido cítrico, em detrimento aos com ácido málico. Este padrão de comportamento foi semelhante quando as moscas foram expostas previamente ao ácido cítrico, no entanto foi modificado com a exposição prévia ao ácido málico, sendo que neste caso, as fêmeas não demonstraram preferência por nenhum dos substratos.

Robacker & Fraser (2002) compararam a atratividade, em túnel-de-vento, de fêmeas de *A. ludens*, selvagens e de laboratório, ambas inexperientes, quando expostas aos frutos de *Sargentia greggii* S. Watson (Rutaceae) e *Citrus paradisi* Macfad (Rutaceae) apresentaram um diferencial de resposta. As de laboratório foram mais atraídas e tentaram ovipositar mais em *C. paradisi* do que em *S. greggii*, em contraste com as selvagens, as quais não demonstraram preferências em relação aos frutos testados. No entanto, fêmeas selvagens e de laboratório que tiveram experiência prévia com frutos de *S. greggii*, foram mais atraídas por este fruto quando comparadas às inexperientes.

Posteriormente, Robacker & Fraser (2005) observaram que *A. ludens* pode apresentar uma memória olfativa, relacionada a uma experiência prévia com o odor da planta hospedeira. Segundo os autores, fêmeas experientes, ou seja, que já tiveram contato com frutos de *C. paradisi* são mais atraídas em túnel-de-vento ao extrato da casca deste mesmo fruto, em comparação com as fêmeas inexperientes, as quais não responderam de forma diferencial quando submetidas ao tratamento controle.

Díaz-Fleischer & Aluja (2003) avaliando a influência da experiência prévia com substratos artificiais de oviposição confeccionados com ágar no comportamento de *A. ludens*, constataram que as fêmeas experientes visitaram significativamente mais o hospedeiro do que as inexperientes, no entanto, observaram que o número de oviposições não diferiu entre os dois grupos.

Os resultados do presente estudo demonstraram que a exposição prévia de fêmeas de *A. fraterculus* ao substrato contendo polpa de pêsego resultou na diminuição do percentual de insetos que realizaram arraste, punctura e oviposição nos frutos contendo polpa de guabiroba, quando comparado às respostas dos previamente expostos a frutos artificiais com guabiroba. Este resultado indica que a experiência com determinados substratos pode influenciar a preferência por sítios de oviposição, aos quais o inseto foi previamente exposto.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo e nas condições sob as quais foram realizados os bioensaios, foi possível concluir que:

- os extratos de guabiroba verde e madura, araçá maduro e pitanga verde desencadeiam as maiores respostas eletroantenográficas em fêmeas de *A. fraterculus*;
- em machos de *A. fraterculus*, as maiores respostas eletroantenográficas são desencadeadas pelos extratos de guabiroba verde e madura, araçá verde e maduro e pitanga verde;
- a percepção eletroantenográfica de machos e fêmeas de *A. fraterculus* aos voláteis de frutos verdes e maduros de guabiroba, araçá, pitanga e pêsego é semelhante;
- a densidade de fêmeas e a cor do substrato de oviposição não afetam o número de ovos depositados por *A. fraterculus*;
- a maior fecundidade de *A. fraterculus* ocorre em frutos artificiais contendo polpas de guabiroba e pêsego;
- a experiência prévia com frutos artificiais contendo polpas de guabiroba e pêsego afeta o comportamento de oviposição de *A. fraterculus*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E. L.; MENEZES, E. B. Flutuação populacional das moscas das frutas e a sua relação com a disponibilidade hospedeira em Itaguaí, RJ. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25 n. 2, p. 223-232, 1996.

AGUIAR-MENEZES, E. L.; FERRARA, F. A. A.; MENEZES, E. B. Moscas-das-frutas. In: CASSINO P. C. R.; RODRIGUES W. C. (Coord) **Citricultura Fluminense: principais pragas e seus inimigos naturais**. Seropédica: Ed. Universidade Rural, 2004. p 67-84.

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

ATKINS, M. D. **Introduction to insect behavior**. New York: Macmillan Publishing, 1980. 237p.

BISOTTO-DE-OLIVEIRA, R.; REDAELLI, L.R.; SANT'ANA, J. Comportamento de defesa de sítios de oviposição por *Anastrepha fraterculus* Wied. (Diptera: Tephritidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: SEB, 2008. CD-Rom.

BOECKH, J. Neurophysiological aspects of insect olfaction. In: LEWIS, T. (ed.) **Insect communication**. London: Academic Press, 1984. p. 83-194.

BRAGA, M. A. S.; ZUCOLOTO, F.S. Estudos sobre a melhor concentração de aminoácidos para moscas adultas de *Anastrepha obliqua*. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 41, p. 75-79, 1981.

CARVALHO, R.S. **Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais**. Cruz das Almas: Embrapa.CNPMF, 2005. 17p.

CARVALHO, R.S. **Biocontrole de moscas-das-frutas: histórico, conceitos e estratégias**. Cruz das Almas: Embrapa.CNPMF, 2006. 5p.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; FERNANDES, E. B. Dados Biológicos de *Anastrepha obliqua* Macquart (Diptera:Tephritidae) em Manga.

Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Jaboticabal, v. 27 n. 3, p. 469-472, 1998.

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

CORNELIUS, M. L.; DUAN J. J.; MESSING, R. H. Volatile Host Fruit Odors as Attractants for the Oriental Fruit Fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 1, p.93-100, 2000.

CORRÊA, A. G.; SANT'ANA, J. Fundamentos da comunicação química de insetos. In: FERREIRA, J. T. B. et al. **Produtos naturais no controle de insetos**. São Carlos: Holos, 2001. p. 9-22.

CYTRYNOWICZ, M.; MORGANTE J.S.; DESOUZA H.M.L. Visual responses of South American fruit flies, *Anastrepha fraterculus*, and Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata*, to colored rectangles and spheres. **Environmental Entomology**, Lanham, v.11, p.1202-1210, 1982.

DÍAZ-FLEISCHER, F.; ALUJA, M. Influence of conspecific presence, experience, and host quality on oviposition behavior and clutch size determination in *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Insect Behavior**, New York, v. 16, n. 4, p.537-554, 2003.

DREW, R. A. I.; PROKOPY, R. J.; ROMIG, M.C. Attraction of fruit flies of the genus *Bactrocera* to colored mimics of host fruit. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.107, p.39-45, 2003.

FAUCHEUX, M. J. Morphology and distribution of sensilla on the cephalic appendages, tarsi and ovipositor of the European sunflower moth, *Homoeosoma nebulella* Den. & Fschiff. (Lepidoptera: Pyralidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 20, n.6, 291-307, 1991.

FONTELLAS-BRANDALHA, T. M. L.; ZUCOLOTO, F. S. Selection of Oviposition Sites by Wild *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) Based on the Nutritional Composition. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.5, p.557-562, 2004.

GARCIA, F.R.M.; CAMPOS, J.V.; CORSEUIL,E. Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae) na região oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 3, p. 415-420, 2003.

GARCIA, F.R.M.; CORSEUIL, E. Influência de fatores climáticos sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.5/6, n.1, p. 71-75, 1999.

GARCÍA-RAMÍREZ M. DE J. et al. Preferencia de *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) por volátiles de frutos verdes o amarillos de mango y naranja. **Agrociencia**, Chapingo, Mexico, MX, v.38, n.4, p.423-430, 2004.

GATTELLI, T. et al. Moscas frugívoras associadas a mirtáceas e laranjeira 'céu' na região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.236-239, 2008.

JALDO, H. E.; RAMAJO, M. C. G.; ILLINK, E. W. Mass rearing of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae): a preliminary strategy. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.84, n.4, p.716-718, 2001.

JOACHIM-BRAVO, I. S. et al. Oviposition preference hierarchy in *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae): influence of female age and experience. **Iheringia. Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 91, p.93-100, 2001a.

JOACHIM-BRAVO, I. S.; GUIMARÃES, A. N.; MAGALHÃES, T. C. Influência de substâncias atrativas no comportamento alimentar e na preferência de oviposição de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Sitientibus. Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 1, p.60-65, 2001b.

JOACHIM-BRAVO, I. S. et al. Oviposition Behavior of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): Association Between Oviposition Preference and Larval Performance in Individual Females, **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 559-564, 2001c.

JOACHIM-BRAVO, I. S.; SILVA-NETO, A. M. Aceitação e preferência de frutos para oviposição em duas populações de *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). **Iheringia. Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 94, p.171-176, 2004.

KATSOYANNOS, B. I.; KOULOSSIS, N. A. Captures of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* on spheres of different colours. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.100, p.165-172, 2001.

KOVALESKI, A. et al. Rio Grande do Sul. In: MALAVASI, A. ; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.285-290.

LANDOLT, P. J. et al. Sex pheromone-based trapping system for papaya fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.81, p. 1163-1169, 1988.

LEMOS, R. N. S. et al. Eficiência de substâncias atrativas na captura de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiabeiras no município de Itapecuru-Mirim (MA). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.687-689, 2002.

LIMA, I. S. de.; HOWSE, P. E.; SALLES, L. A. B. Reproductive behaviour of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae):

laboratory and field studies. **Physiological-Entomology**, Oxford, v.19, n.4, p. 271-277, 1994.

LOAIZA J. C.M.; CÉSPEDES, C.L. Compuestos volátiles de plantas. Origen, emission efectos, análisis y aplicaciones al agro. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v.30, n.4, p.327-351, 2007.

MACHADO, A. E.; SALLES, L. A. B.; LOECK, A. E. Exigências térmicas de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) e estimativa do número de gerações anuais em Pelotas, RS. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.24, n. 3, p. 573-578, 1995.

MALAVASI, A. et al. Moscas-das-frutas no MIP-Citros. In: DONADIO, L. C.; GRAVENA, S. (Coord.) **Manejo integrado de pragas dos citros**. Campinas: Fundação Cargill, 1994. p. 211-231.

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: Holos, 2000. p.93-98.

MALO, E. A. et al. Behavioral and electrophysiological responses of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) to guava volatiles. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 88, n.4, p. 364-371, 2005.

MATTHEWS, R. W.; MATTHEWS, J. R. **Insect behavior**. New York : John Wiley & Sons, 1978. 507p.

MCINNIS, D. O. Artificial oviposition sphere for Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in field cages. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 5, p.1382-1385, 1989.

MÉLO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. P. Temperatura no armazenamento de pitanga. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.4, p.629-634, 2000.

MORAES, L. A. H.; CHOUENE, E. C.;BRAUN, J. Efeito de atrativos na captura de *Anastrepha* spp. (Diptera:Tephritidae). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.24, n.1, p.45-62, 1988.

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

NORA, I.; HICKEL, E.R.; PRANDO, H.F. Santa Catarina. In: MALAVASI, A.ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 271-275.

OSORIO, C. et al. Characterization of Odor-Active Volatiles in

Champa(*Campomanesia lineatifolia* R. & P.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.54, p.509-516, 2006.

PINO J. A.; MARBOT, R.; VÁZQUEZ, C. Characterization of Volatiles in Strawberry Guava (*Psidium cattleianum* Sabine) Fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p.5883-5887, 2001.

RENWICK, J. A. A. Chemical ecology of oviposition in phytophagous insects. **Experientia**, Basel, v.45, p. 223-228, 1989.

ROBACKER D. C.; FRAZER, I. Do mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) prefer grapefruit to yellow chapote, a native host? **Florida Entomologist**, Gainesville, v.85, n.3, p.481-487, 2002.

ROBACKER D. C.; FRAZER, I. What Do Mexican Fruit Flies Learn When They Experience Fruit? **Journal of Insect Behavior**, New York, v. 18, n. 4, p.529-542, 2005.

RODRIGUES NETTO, S.M.; CAMPOS, T.B.; ISHIMURA, I. Estudo da eficiência de armadilhas adesivas na atratividade de mosca das frutas *Anastrepha* spp. e *Ceratitidis capitata* Wied. (Diptera, Tephritidae) em cultura orgânica de maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis, Passifloraceae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.69, p. 178-179, 2002.

RODRIGUES NETTO, S.M.; CAMPOS, T.B.; ISHIMURA, I. Flutuação populacional de *Anastrepha* spp. (Diptera, Tephritidae) em cultura orgânica de maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis, Passifloraceae) no município de São Roque, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71 (supl.), p. 213-215, 2004.

SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana**. Pelotas: Embrapa. CPACT, 1991. 16p.

SALLES, L. A. B. Metodologia de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em dieta artificial em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 479-487, 1992.

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

SALLES, L. A. B. Sucos de fruta como atrativos para captura de adultos de moscas-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera, Tephritidae). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.3, n.1, p.25-28, 1997.

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

SANT'ANA, J.; STEIN, K. Extração e identificação de substâncias bioativas de insetos. In: FERREIRA, J. T. B. *et al.* **Produtos naturais no controle de insetos**. São Carlos: Holos, 2001. p. 47-74.

SELIVON, D.; PERONDINI, A. L. P. Morfologia dos ovos de *Anastrepha*. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 49-54.

SIDERHURST, M. S.; JANG, E. B. Attraction of Female Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis*, to *Terminalia catappa* Fruit Extracts in Wind Tunnel and Olfactometer Tests. **Formosan Entomologist**, Taipei, v.26, p. 45-55, 2006.

SINGER, M. C. The definition and measurement of oviposition preference in plant-feeding insects. In: MILLER, J. R.; MILLER, T. A. (Eds.) **Insect-plant interactions**. New York: Springer-Verlag, 1986. p.66-94.

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

TRIMBLE, R. M.; MARSHALL, D. B. Quantitative method for pheromone delivery in studies of sensory of moth antennae. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 32, p. 388-393, 2007.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R.A. Flutuação populacional de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera, Tephritidae) no campus "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 459-465, 2003.

VELOSO, V. R. S. et al. Armadilha para monitoramento e controle das moscas-das-frutas *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata* (Wied.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.23, n. 3, p.487-493, 1994.

VERA, T. *et al.* Demographic and quality control parameters of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) maintained under artificial rearing. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.90, n.1, p.53-57, 2007.

VILELA, E. F.; DELLA-LUCIA, T. M. C. Introdução aos semioquímicos e terminologia. In: VILELA, E. F.; DELLA-LUCIA, T. M. C. **Feromônios de insetos**: biologia, química e emprego no manejo de pragas. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 9-12.

VISSER, J. H. Host odor perception in phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 3, p.121-44, 1986.

ZUCCHI, R. A. Espécies de *Anastrepha*, sinônimas, plantas hospedeiras e parasitóides. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R.A. (eds.). **Moscas-das-frutas de**

importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.
Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.41-48.