

DAVID DOS SANTOS MARTINS

**DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E HOSPEDEIROS DE
MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) NO ESTADO DO
ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

**Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, para obtenção do título de
Doctor Scientiae.**

**VIÇOSA
BRASIL – MINAS GERAIS
2011**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M386d
2011

Martins, David dos Santos, 1956-
Diversidade, distribuição geográfica e hospedeiros de
moscas-das-frutas (Diptera : Tephritidae) no estado do
Espírito Santo, Brasil / David dos Santos Martins. – Viçosa,
MG, 2011.
xi, 136f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Paulo Sérgio Fiuza Ferreira.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Mosca-das-frutas - Distribuição geográfica - Espírito
Santo (Estado). 2. Biodiversidade - Espírito Santo (Estado).
3. Plantas hospedeiras - Doenças e pragas - Espírito Santo
(Estado). I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 595.774098152

DAVID DOS SANTOS MARTINS

**DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E HOSPEDEIROS DE
MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) NO ESTADO DO
ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

**Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, para obtenção do título de
Doctor Scientiae.**

APROVADA: 26 de maio de 2011.

**Pesq. José Aires Ventura
(Co-Orientador)**

Prof. José Cola Zanuncio

Prof. Renato Neves Feio

Pesq. Cesar José Fanton

**Prof. Paulo Sérgio Fiuza Ferreira
(Orientador)**

À minha esposa Myrian, pelo estímulo,
apoio, confiança, carinho, paciência e colaboração.
Aos meus filhos Filipe e Ana Virgínia, que são a nossa alegria.

OFEREÇO

Aos meus pais
Helena e Daniel Martins (*In Memoriam*),
que sempre serão motivo de orgulho para mim.

DEDICO

*“As nossas vidas são feitas de desafios
e superá-los faz parte do processo natural das pessoas que pretendem vencer”.*
autor desconhecido

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), por me conceder a oportunidade de realizar o curso de Doutorado.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade oferecida para a realização do Doutorado.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), pela concessão da bolsa.

Ao Prof. Paulo Sérgio Fiuza Ferreira, pela amizade, confiança, orientação e sugestões apresentadas na elaboração deste trabalho e pela minha iniciação profissional no mundo dos insetos.

Ao pesquisador, Dr. José Aires Ventura pela co-orientação, amizade, incentivo, aconselhamento institucional e sugestões apresentadas na realização e finalização desse trabalho;

À Dra. Keiko Uramoto pela co-orientação, amizade, auxílio na elaboração e por ter cedido as fotos da chave de identificação, revisão do texto, sugestões apresentadas, e, sobretudo, pela imprescindível e imensa colaboração na identificação dos espécimes de *Anastrepha* coletados nesse trabalho.

Ao Dr. Aldo Malavasi pela amizade, co-orientação, incentivo e sugestões apresentadas na realização deste trabalho, e por ter sido o grande motivador para realização deste curso de pós-graduação.

Ao Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias e, em especial, ao Investigador Dr. Francisco Beitia por ter me recebido e orientado com grande dedicação no estágio sanduíche de um ano nessa Instituição, como parte desse curso.

À engenheira agrônoma Deise C. C. dos Santos da Moscamed Brasil, pela valiosa contribuição na identificação de parte das amostras de espécimes do gênero *Anastrepha* coletados nas plantas hospedeiras.

Aos técnicos agrícolas do Incaper Clair Barbosa, Alonso J. B. Bravin, Jomar L. Roversi, Afonso C. Valentim e Antonio Müller Neto, aos bolsistas Rita de Cássia A. Lima, Francielle Marangoanha, Laerciana P. Vieira, Alexandre C. de Oliveira, Gracieli N. Pancieri, Bruna Soneghet, Clarícia B. de Angeli, Francisco Capovilla Alves e aos servidores Osmar S. dos Santos, Ronaldo P. Marchezi, Renato P. Pinto e Admar Bautz pelo apoio técnico nos trabalhos de campo e laboratório.

Ao engenheiro florestal Renato Moraes de Jesus, ex-responsável da Reserva

Natural Vale, por ter oportunizado as coletas neste ambiente de Mata Atlântica e aos funcionários da Reserva, em especial, José Simplício dos Santos, Geovane S. Siqueira e Domingos A. Folli pelo prestimoso apoio técnico no trabalho de campo e na identificação das plantas.

À Superintendência Federal da Agricultura do Espírito Santo/MAPA por ter disponibilizados os dados de monitoramento do Programa de Exportação do Mamão Brasileiro para os Estados Unidos e, em especial, ao apoio dos engenheiros agrônomos e fiscais federais agropecuários Ricardo S. Prates e Maria do Carmo R. Lani.

À minha esposa Myrian e meus filhos Filipe e Ana Virgínia pelo incentivo, motivação e compreensão pelos meus momentos de ausência física e mental durante o curso.

Ao Prof. José Cola Zanuncio por ter me despertado para fazer o Doutorado.

Ao amigo Maurício José Fornazier, entomologista do Incaper, pelo apoio nas coletas realizadas na região Centro-Serrana do Estado, e revisão do texto e sugestões apresentadas a esse trabalho.

Aos amigos do Incaper, José Sérgio Salgado e Luciene Peixoto Assis e Silva pela amizade e incentivo à realização deste curso; ao engenheiro agrimensor Renato C. Taques pelo auxílio na elaboração dos mapas com as regiões e pontos amostrados com armadilhas nesse trabalho; a técnica e amiga Laudeci Maria Maia Bravin pelo auxílio na elaboração das figuras desse trabalho e ao pesquisador Mark P. Culik pela revisão dos resumos e capítulo em inglês.

Aos amigos Marisa e Paulo Sérgio Fiuza pelo convívio, apoio e, sobretudo, pela forma amiga com que me acolheram em seu lar.

Aos professores da UFV, especialmente os do Programa de Pós-graduação de Entomologia, pelos ensinamentos e contribuição ao meu desenvolvimento científico, por meio do convívio e disciplinas que frequentei.

Aos amigos e colegas pós-graduandos da Entomologia da UFV, em particular aos do Museu Regional de Entomologia, pela convivência agradável e sadia.

À Dona Paula e Miriam, secretárias do Programa de Pós-graduação de Entomologia, pela atenção e apoio durante o curso.

E a todos que, de certa forma, contribuíram para a realização desse trabalho.

O meu muito obrigado!

BIOGRAFIA

DAVID DOS SANTOS MARTINS, filho de Daniel Martins e Maria Helena dos Santos Martins, nasceu em Vitória, Espírito Santo, em 30 de novembro de 1956.

Cursou toda sua vida estudantil na rede pública de ensino, concluindo o segundo grau em Vitória (ES), na Escola Técnica Federal do Espírito Santo, atualmente Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes).

Iniciou seu curso superior, em 1976, na Escola Superior de Agricultura do Espírito Santo, hoje Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo e, após um ano, transferiu-se para a Universidade Federal de Viçosa onde obteve o título de Engenheiro Agrônomo, em 1980. Nos últimos dois anos da graduação foi estagiário-bolsista do Museu Regional de Entomologia do Departamento de Biologia Animal/UFV e, em julho de 1980, foi contratado pela Universidade Federal de Viçosa, como Técnico de Nível Superior, atuando nesse Departamento, até março de 1985. Ainda nessa Universidade, em 1982, iniciou curso de Mestrado em Fitotecnia, com área de interesse na Entomologia, concluindo em dezembro de 1985.

Em março de 1985, transferiu-se para Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (Emcapa), atualmente Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), onde atua como pesquisador da área de Entomologia, até a presente data.

Em março de 2007, iniciou o curso de Doutorado em Entomologia, na Universidade Federal de Viçosa, tendo um ano do seu curso no Departamento de Protección Vegetal y Biotecnología do Instituto Valenciano de Investigaciones Agrárias (IVIA), em Valência, Espanha, completando as exiências para obtenção do Título de *Doctor Scientiae* em maio de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO	1
REFERENCIAL TEÓRICO	3
Aspectos gerais e importância econômica das moscas-das-frutas no Brasil	3
Hospedeiros e distribuição geográfica de moscas-das-frutas no Brasil	6
Histórico das moscas-das-frutas no estado do Espírito Santo	9
Áreas livres ou de baixa prevalência de moscas-das-frutas e <i>systems approach</i>	11
Relação da infestação de moscas-das-frutas com a meleira-do-mamoeiro	13
REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO 1. Diversidade e distribuição geográfica de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado do Espírito Santo	33
Resumo	33
Abstract	34
Introdução	35
Material e Métodos	36
Resultados e Discussão	38
Chave ilustrada para identificação das espécies de <i>Anastrepha</i> registradas no estado do Espírito Santo	46
Conclusões	58
Referências	59
CAPÍTULO 2. Plantas hospedeiras de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado do Espírito Santo	64
Resumo	64
Abstract	65
Introdução	66
Material e Métodos	67
Resultados e Discussão	68
Conclusões	86
Referências	86
CAPÍTULO 3. Avaliação do café arábica e ‘Conilon’ como hospedeiros de	

moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)	91
Resumo	91
Abstract	92
Introdução	93
Material e Métodos	94
Resultados e Discussão	96
Conclusões	100
Referências	101
CAPÍTULO 4. <i>Status</i> da região de produção de mamão do Espírito Santo como Área de Baixa Prevalência de Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)	105
Resumo	105
Abstract	106
Introdução	107
Material e Métodos	108
Resultados e Discussão	110
Conclusões	116
Referências	116
CAPÍTULO 5. Interaction between <i>Papaya meleira virus</i> - PMeV infection of papaya plants and medfly infestation of fruits	121
Abstract	121
Resumo	122
Introduction	123
Material and Methods	125
Results.....	126
Discussion	128
Conclusions	130
References	131
CONCLUSÕES GERAIS.....	135

RESUMO

MARTINS, David dos Santos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2011.
Diversidade, distribuição geográfica e hospedeiros de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado do Espírito Santo, Brasil. Orientador: Paulo Sérgio Fiuza Ferreira, Co-Orientadores: José Aires Ventura, Keiko Uramoto e Aldo Malavasi.

O objetivo deste estudo foi conhecer a diversidade e a distribuição geográfica das espécies de moscas-das-frutas no estado do Espírito Santo, identificar suas plantas hospedeiras, avaliar o *status* de *Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre ex A. Froehner como hospedeiras, determinar a relação da doença meleira-do-mamoeiro com a infestação da praga em frutos de mamão e a condição da região produtora de mamão do Espírito Santo como de baixa prevalência de tefritídeos. Os tefritídeos foram coletados com armadilhas McPhail e Jackson, de julho de 1993 a julho de 2010, em 288 localidades de 74 municípios do estado do Espírito Santo. Um total de 88.226 exemplares de *Ceratitis capitata* (Wied.) e 134.122 espécimes de 41 espécies de *Anastrepha* foram capturados. A riqueza de espécies de *Anastrepha* foi maior na região Nordeste e a menor na região Sul-Caparaó. *Ceratitis capitata* ocorreu em todas as regiões, com maior abundância nas regiões mais altas e menor nas de baixas altitudes. *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus* (Wied.) foram as mais frequentes e, com *A. obliqua* (Macquart) e *A. distincta* Greene, as de mais ampla distribuição no Estado. No período de março de 1997 a julho de 2010, coletaram-se 184.801 frutos (1.665 kg) em 1.663 amostras de 202 espécies de 52 famílias botânicas. Destas, 56 espécies de 17 famílias foram estabelecidas como hospedeiras para 14 espécies de *Anastrepha* e 29 espécies de planta de 14 famílias para *C. capitata*. Cinquenta e três novas associações de plantas hospedeiras foram estabelecidas para 11 espécies de *Anastrepha*. Novas espécies de tefritídeos foram registradas para nove famílias de plantas: *A. amita* Zucchi em Myrtaceae (*Myrcia lineata* (O. Berg) Nied.), *A. bahiensis* Lima em Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. dissimilis* Stone em Myrtaceae (*Psidium guajava* L.), *A. distincta* em Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.) e Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. obliqua* em Cucurbitaceae (*Cucurbita pepo* L.), Fabaceae (*Inga edulis* Mart.), Muntingiaceae (*Muntingia calabura* L.) e Passifloraceae (*Passiflora edulis* Sims), *A. serpentina* (Wied.) em Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.), *A. sororcula* Zucchi em Malpighiaceae (*Malpighia glabra* L.) e *A. zenildae* Zucchi em Rubiaceae

(*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). A infestação de mosca-das-frutas em Muntingiaceae é relatada pela primeira vez no Brasil. A família Myrtaceae teve o maior número de hospedeiros de moscas-das-frutas. *Anastrepha fraterculus*, *C. capitata* e *A. obliqua* infestaram o maior número de hospedeiros. *Ceratitis capitata* e *A. fraterculus* foram os tefritídeos de maior ocorrência nas 139 propriedades de café arábica e 87 de ‘Conilon’ amostradas em 25 municípios, sendo a primeira, a mais frequente. A baixa infestação de moscas-das-frutas em *C. canephora* (‘Conilon’) deve-se às características físicas de seus frutos, tendo o pequeno tamanho e a pouca espessura do mesocarpo como fatores limitantes para o desenvolvimento das larvas. Os índices de infestação natural no café arábica foram 45 vezes maiores que os de ‘Conilon’, demonstrando que *C. arabica* é um hospedeiro extremamente favorável e importante como repositório natural de tefritídeos. No mamão, a principal fruta de exportação do Espírito Santo, a relação entre a infestação da mosca-da-fruta e a evolução da doença meleira-do-mamoeiro, causada pelo *Papaya meleira virus* – PmeV, foi direta. Quatro semanas, após o aparecimento dos sintomas visuais da meleira na planta, é o período máximo de segurança para se realizar o *roguing* das plantas doentes e evitar a infestação de frutos pela mosca-das-frutas. A meleira reduziu o nível de benzil isotiocianato (BITC) no fruto do mamoeiro, o qual está associado à resistência as moscas-das-frutas. Populações de *C. capitata* e *Anastrepha* spp. avaliadas do Programa de Exportação do Mamão para os Estados Unidos, foram muito baixas durante todo o ciclo da cultura em 495 pomares comerciais no Norte do Espírito Santo. Do total de 35.052 coletas semanais, em 95,8% não apresentaram *C. capitata* e 86,7% nenhum espécime de *Anastrepha*. As densidades populacionais, em 99,8% das coletas efetuadas, estiveram abaixo do nível de segurança do Programa de Exportação ($MAD < 1$). Esses resultados, de acordo com as Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias da FAO, mostram que o mamão cultivado na região Norte do estado do Espírito Santo, está em área de baixa prevalência de moscas-das-frutas e com forte indicativo para o estabelecimento de uma ABP - Área de Baixa Prevalência de Moscas-das-frutas.

ABSTRACT

MARTINS, David dos Santos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May 2011.
Diversity, geographical distribution and host plants of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the Espírito Santo State, Brazil. Adviser: Paulo Sérgio Fiuza Ferreira, Co-Advisers: José Aires Ventura, Keiko Uramoto and Aldo Malavasi.

The objectives of this work were to understand fruit fly species diversity and geographical distribution, identify fruit fly host plants, evaluate the status of *Coffea arabica* L. and *C. canephora* Pierre A. Froehner as fruit fly hosts, establish the relationship between papaya sticky disease with fruit fly attack, and verify the nature of the papaya crop area as an area of low fruit fly prevalence. The sample period was July 1993 to July 2010. A total of 88,226 specimens of *Ceratitis capitata* (Wied.) were captured and 134,122 *Anastrepha*. Sampling took place in 288 areas of 74 municipalities. Forty-one species of *Anastrepha* were identified. The Northeast area had the highest richness of *Anastrepha* species and the South-Caparaó the lowest. *Ceratitis capitata* was found in all regions, varying in number of individuals according to altitude, being larger in the highest altitudes and smaller in the low altitudes. *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Wied.) were the most common species. Both *C. capitata* and *A. fraterculus* with *A. obliqua* (Macquart) and *A. distincta* Greene, had the widest distributions in the State. In surveys of host plants between March 1997 to July 2010, 184,801 fruits were collected (1,665 kg) in 1,663 samples belonging to 202 species of 52 families of plants. Fifty-six species from 17 families were identified as host plants for 14 species of *Anastrepha*. Twenty-nine species of 14 plant families were identified as host plants of *C. capitata*. Fifty-three new associations of host plants were made for 11 *Anastrepha* species. New associations of tephritid species were recorded for nine plants families: *A. amita* Zucchi in Myrtaceae (*Myrcia lineata* (O. Berg) Nied.), *A. bahiensis* Lima in Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. dissimilis* Stone in Myrtaceae (*Psidium guajava* L.), *A. distincta* in Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.) and Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. obliqua* in Cucurbitaceae (*Cucurbita pepo* L.), Fabaceae (*Inga edulis* Mart.) Muntingiaceae (*Muntingia calabura* L.) and Passifloraceae (*Passiflora edulis* Sims), *A. serpentina* (Wied.) in Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.), *A. sororcula* Zucchi in Malpighiaceae

(*Malpighia glabra* L.) and *A. zenildae* Zucchi in Rubiaceae (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). For the first time in Brazil the presence of fruit flies in Muntingiaceae was verified. Myrtaceae was the family with the largest number of host species of fruit flies. *Anastrepha fraterculus*, *C. capitata* and *A. obliqua* were the tephritid species with the largest number of host plants. One-hundred thirty-nine crop areas of Arabic coffee and 87 crop areas of robust coffee were sampled in 25 municipalities. *Ceratitis capitata* and *A. fraterculus* were the tephritids with the greatest occurrences in the coffee crops. However, *C. capitata* was more common than *A. fraterculus*. The reduced size of coffee fruit of *C. canephora* ('Conilon') and the small thickness of its mesocarp may be a cause of the low infestation by fruit fly larvae. The indices of natural infestation by fruit flies in Arabic coffee were 45 times higher than robust coffee. This means that Arabic coffee, in contrast to *C. canephora*, is an excellent host plant and a natural repository of fruit fly populations. A direct relationship between fruit fly infestation and development of the papaya sticky disease caused by the virus *Papaya meleira virus* (PMeV) was observed. The maximum safe period for roguing of diseased plants is four weeks after verifying the first visual symptoms of sticky disease of the papaya. The evolution of sticky disease in the plants reduces the level of benzyl-isothiocyanate (BITC) in the papaya fruit which is associated with its resistance to fruit fly. The populations of *C. capitata* and *Anastrepha* were very low during the whole cycle of papaya crop. In 95.8% of samples no *C. capitata*, and in 86.7% no *Anastrepha* were captured. In 99.8% of samples, the fruit fly population densities stayed below the level of safety as established by the Export Program (FTD < 1). The fruit flies population densities (in 99.8% of the samples) stayed below the level of safety established by the Export Program (FTD < 1). This result is in agreement with the International Rules of Phytosanitary Measures of FAO indicating that the North of Espírito Santo is an area of low prevalence of fruit flies. This provides strong evidence for the establishment of an ALP - Area of Low Prevalence of Fruit flies in this area.

INTRODUÇÃO

A agricultura é um dos setores de maior relevância socioeconômica para o estado do Espírito Santo. Com cerca de 90% das propriedades possuindo área inferior a 100ha, representa uma das maiores expressões da agricultura familiar do país. A atividade é estratégica para a ocupação produtiva e geração de renda de milhares de famílias no Estado. O agronegócio é o segmento mais importante para 61 dos 78 municípios capixabas e responde por 22% do Produto Interno Bruto com um movimento anual de R\$ 13 bilhões. Emprega, aproximadamente, um em cada três trabalhadores no Estado (INCAPER, 2010).

O café é o principal produto agrícola do Espírito Santo, sendo o maior produtor de café ‘Conilon’ do Brasil que somado à produção de arábica, coloca o Estado na segunda posição como produtor de café do país. O seu cultivo ocupa cerca de 20% da área agrícola e, praticamente presente em todas as propriedades rurais do Estado. A fruticultura é a terceira atividade em importância na agropecuária estadual, respondendo com 18% do valor bruto da produção. Ao todo, são 85 mil hectares com o plantio de frutas e produção anual de 1,32 milhão de toneladas, gerando R\$ 600 milhões em renda (INCAPER, 2010).

O estado do Espírito Santo possui relevo, condições de solos e de clima que permite ampla variação agro-ambiental (Achá Panoso *et al.*, 1978; Espírito Santo, 2008a; Feitoza, 1986; Feitoza *et al.*, 1999), possibilitando a produção de grande variedade de frutas tropicais, subtropicais e temperadas, durante o ano. A atividade frutícola encontra-se em expansão, impulsionada, principalmente, por forte parque agroindustrial para processamento de frutas (INCAPER, 2010).

As políticas de governo priorizam a interiorização do desenvolvimento, potencializando o agronegócio de frutas em todo o Estado. O Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba (Espírito Santo, 2008b) adotou uma política de regionalização do desenvolvimento, instalando 12 Pólos Especializados de Produção de Frutas, nas diferentes regiões do Estado, para atender às demandas em larga escala do mercado de frutas frescas e das agroindústrias.

O objetivo central desse planejamento estratégico foi expandir a fruticultura por meio de um modelo tecnológico avançado e com foco nas melhorias da produtividade, qualidade da produção e comercialização dos produtos, a fim de consolidar o Espírito Santo como um importante pólo de produção e exportação de

frutas processadas e *in natura*.

A presença das moscas-das-frutas é um dos maiores obstáculos à produção e livre comércio de frutas frescas no mundo. Essas pragas representam uma preocupação constante dos países livres de sua presença que impõem barreiras quarentenárias para reduzirem os riscos de eventual introdução desses insetos em seus territórios (Malavasi, 2000ab; Duarte & Malavasi, 2000).

Vários países exigem que frutos oriundos daqueles com presença de moscas-das-frutas passem por tratamento quarentenário pós-colheita, para assegurar a ausência dessas pragas. Substâncias químicas, inicialmente utilizadas como tratamentos quarentenários, foram substituídas por tratamentos físicos, e, recentemente, foi desenvolvido e aplicado o conceito de área livre ou de baixa prevalência de praga, para permitir a exportação de frutos sem tratamento pós-colheita.

Esse conceito foi utilizado nas áreas de cultivo de mamoeiro, do Norte do Espírito Santo, permitindo a exportação do mamão brasileiro para os Estados Unidos, utilizando-se um conjunto de medidas integradas com enfoque de sistema para o manejo de risco das moscas-das-frutas (*systems approach*). Os campos de produção devem estar em bom estado de sanidade, sobretudo livres de plantas com a doença meleira-do-mamoeiro, para a eficiência desse sistema.

A tendência do mercado aponta para a valorização de frutas de alta qualidade e sem resíduos químicos e biológicos. O controle de pragas deve priorizar métodos ecologicamente mais seguros, para minimizar os efeitos indesejáveis dos agrotóxicos. Assim, o conhecimento das espécies pragas, plantas hospedeiras e inimigos naturais são importantes para estratégias de controle em programas de Manejo Integrado de Pragas.

O objetivo deste trabalho foi levantar informações sobre moscas-das-frutas para uma maior sustentabilidade da fruticultura capixaba, por meio da diversidade e distribuição geográfica das espécies, identificação das plantas hospedeiras, avaliação do *status* das espécies de café cultivadas como hospedeiras, determinação da relação entre a ocorrência da doença meleira-do-mamoeiro e a infestação da praga em frutos de mamão, e verificar da condição da região produtora de mamão como área de baixa prevalência da praga.

REFERENCIAL TEÓRICO

Aspectos gerais e importância econômica das moscas-das-frutas no Brasil

Insetos da família Tephritidae são conhecidos como moscas-das-frutas devido ao fato de suas larvas se desenvolverem, geralmente, no interior dos frutos, alimentando-se da polpa. Constituem um grupo importante de pragas da fruticultura mundial, com expressivo impacto sobre a produção de um número significativo de frutas. É, também, um dos principais fatores de impedimento à exportação de frutas *in natura* devido a restrições quarentenárias, impostas por países importadores (Duarte & Malavasi, 2000; Malavasi, 2000ab; Martins, 2002).

A família Tephritidae apresenta grande diversidade, com cerca de 4.500 espécies de 484 gêneros (Norrbom, 2010a), e distribuição geográfica em todas as regiões temperadas e tropicais do mundo (Thompson, 1998).

A maioria das espécies pragas de Tephritidae que ataca frutos, pertence aos gêneros *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* Macleay, *Dacus* Fabricius, *Rhagoletis* Loew e *Toxotrypana* Gerstaecker (Malavasi *et al.*, 2000; White & Elson-Harris, 1994; Zucchi, 2000).

No Brasil, os gêneros *Bactrocera* e *Ceratitis* apresentam uma única espécie cada, a mosca-da-carambola *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 e a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wied., 1824); o gênero *Rhagoletis* tem quatro espécies – *R. adusta* Foote, *R. blanchardi* Aczél, *R. ferruginea* Hendel e *R. macquarti* (Loew) - como pragas esporádicas na região Sul do país. O gênero *Dacus* não ocorre no Brasil e o *Toxotrypana* só apresenta espécies sem importância econômica no Brasil (Zucchi, 2000; Malavasi *et al.*, 2000).

B. carambolae, de origem sul-asiática, é altamente invasora e infesta geralmente frutos tropicais. Foi detectada no Brasil, na década de 90, e encontra-se restrita ao município de Oiapoque (Amapá), na faixa de fronteira com o Suriname, e com focos nos municípios de Almeirim (Pará) e Normandia (Roraima), onde estão sendo realizados programas de erradicação (Malavasi, 2001; Silva *et al.*, 2004). Pode representar uma ameaça à fruticultura nacional caso se disperse para os principais pólos de frutas do país (Silva & Ferreira, 1997; Silva *et al.*, 1997; Zucchi, 2000).

A introdução de *C. capitata* no Brasil se deu no início do século XX, provavelmente de frutos de café trazidos do continente africano (Ihering, 1901). Dentre os tefritídeos é a espécie mais polífaga e com maior capacidade de adaptação

(Liquido *et al.*, 1998), sendo considerada uma das pragas de maior importância quarentenária (Malavasi *et al.*, 2000). Ao redor do mundo, ataca 374 espécies de hospedeiros, entre frutas e hortaliças, de 69 famílias botânicas (Liquido *et al.*, 1998). No Brasil, a sua ocorrência está relacionada, preferencialmente, a espécies de frutas introduzidas (Malavasi & Morgante, 1980), com registro em mais de 58 espécies hospedeiras (Zucchi, 2001).

A maioria das espécies de moscas-das-frutas, no Brasil, pertence ao gênero *Anastrepha* (Zucchi, 1978). O país apresenta 109 registros de espécies (Zucchi, 2011), representando cerca de 50% das espécies descritas no gênero (Norrbom, 2010a; Uramoto, 2007; Uramoto & Zucchi, 2010; Zucchi, 2007 e 2011).

O gênero *Anastrepha* é tipicamente Neotropical com poucas espécies no sul da região Neártica. A maioria das suas espécies é nativa das Américas Central e do Sul e, muitas, com distribuição limitada às florestas tropicais e subtropicais (Maddison & Bartlett, 1989).

O Brasil é o país com maior diversidade de espécies de *Anastrepha*, seguido por Panamá e Venezuela (Aluja, 1999; Hernández-Ortiz & Aluja, 1993; Zucchi, 2007). Este grupo de moscas prefere hospedeiros tropicais nativos (Malavasi & Morgante, 1980) e sua ocorrência é relatada em 143 gêneros de 54 famílias de plantas (Norrbom, 2010b). Dados de plantas hospedeiras para 99 espécies de *Anastrepha* registradas no Brasil mostraram existir 52 espécies (53%) para as quais não se conhecem os hospedeiros. Vinte, das 47 espécies com registro de hospedeiros, apenas um único é conhecido. *Anastrepha fraterculus* e *A. obliqua* são as espécies com maior número de hospedeiros registrados, desenvolvendo-se em 76 e 35 espécies de frutos, respectivamente. Os hospedeiros das espécies de *Anastrepha* pertencem a 35 famílias de plantas, com a maior diversidade em Myrtaceae (43%), Sapotaceae (31%), Anacardiaceae (29%) e Passifloraceae (26%). Uma única espécie de *Anastrepha* está associada a 12 famílias de fruteiras (Zucchi, 2007).

C. capitata e sete das espécies de *Anastrepha*: *A. fraterculus* (Wied.), *A. grandis* (Macquart), *A. obliqua* (Macquart), *A. pseudoparallela* (Loew), *A. sororcula* Zucchi, *A. striata* Schiner e *A. zenildae* Zucchi, são as moscas-das-frutas mais importantes no Brasil (Zucchi, 2000). Todavia, as espécies de *C. capitata* e *A. fraterculus* causam maiores danos (Calkins & Malavasi, 1995) e, com *A. obliqua*, são as principais pragas da fruticultura brasileira (Morgante, 1991).

A. fraterculus, *A. grandis*, *A. obliqua*, *A. sororcula* e *C. capitata* são tidas

como as espécies quarentenárias mais importantes (Nascimento *et al.*, 1993).

As condições ambientais e a elevada capacidade biótica e de colonização de grande número de plantas hospedeiras contribuem para os grandes prejuízos à fruticultura comercial causados pelas moscas-das-frutas (Orlando & Sampaio, 1973; Puzzi & Orlando, 1965).

Hospedeiros alternativos desempenham importante papel na manutenção da população das moscas-das-frutas, quando os hospedeiros primários não estão disponíveis (Aguiar-Menezes & Menezes, 1996). A seqüência de hospedeiros e os diferentes períodos de frutificação são os principais responsáveis pelas variações populacionais das moscas-das-frutas em determinada região (Orlando & Sampaio, 1973; Puzzi & Orlando, 1965).

Moscas-das-frutas atacam frutos verdes a maduros, tornando-os impróprios para a comercialização, consumo e industrialização (Prates, 1980). Dependendo do estágio em que ocorre a infestação, pode causar deformação, aceleração na maturação, apodrecimento por patógenos oportunistas e queda prematura do fruto (Kovaleski & Sugayama, 1999; Matioli, 1985; Orlando & Sampaio, 1973; Puzzi & Orlando, 1959).

Estudos na literatura brasileira mostram que a ocorrência e importância das espécies de moscas-das-frutas variam com a região e, principalmente, pelos hospedeiros existentes.

C. capitata é a espécie mais frequente no planalto baiano e utiliza o café como hospedeiro principal, causando danos em torno de 10% (Bondar, 1949) e, em Minas Gerais, as moscas-das-frutas chegam a causar a queda de cerca de 10% dos frutos do cafeeiro durante a maturação (Matioli, 1986).

A importância das moscas-das-frutas na cultura do citros no Brasil depende, principalmente, da região e cultivar, variando de praga primária à secundária (Malavasi *et al.*, 1994a; Raga *et al.*, 2004). Perda de 50% dos frutos por moscas-das-frutas em um pomar de laranja 'Pêra', em Bebedouro, SP, foram atribuídas à existência de um cafezal nas proximidades do pomar (Puzzi & Orlando, 1959).

Redução na produção de citros de 30 a 50% no estado de São Paulo, devido o ataque de moscas-das-frutas foram estimados por Orlando & Sampaio (1973). Na região citrícola de Barretos, São Paulo, as moscas-das-frutas foram responsáveis por prejuízos na ordem de 5% (Prates, 1980). Perdas por *C. capitata* e *A. fraterculus* na cultura de citros, em Itaboraí, Rio de Janeiro, foi estimada em torno de 20% (Baldez,

1972). *Anastrepha fraterculus* foi a espécie mais daninha em plantios de laranja de 25 municípios de São Paulo (Raga *et al.*, 2004).

A. fraterculus causou maiores danos à produção de goiabas no Rio de Janeiro, podendo atingir 90 a 100% dos frutos (Menezes & Ogawa, 1987). No sul do Brasil, a infestação de frutos de goiabeira serrana, na época de maturação, por *A. fraterculus*, pode atingir 100% dos frutos (Hickel & Ducroquet, 1994).

Na cultura do mamão, no Norte do estado do Espírito Santo, perdas de até 15% dos frutos foram causadas por *C. capitata* (Martins & Alves, 1988). Os Estados Unidos impõem rigorosas medidas para importar o mamão brasileiro por restrições quarentenárias a *C. capitata* e *A. fraterculus* (Martins, 2000; Martins & Malavasi, 2003ab), que são as duas espécies de moscas-das-frutas que infestam o mamão no país (Martins & Alves, 1988; Martins *et al.*, 1993).

Hospedeiros e distribuição geográfica de moscas-das-frutas no Brasil

As espécies de tefritídeos, de acordo com o número de hospedeiros que infestam, são polífagas, oligófagas e monófagas. Apesar da polifagia, algumas espécies preferem determinadas plantas hospedeiras como *Anastrepha fraterculus* (Wied.) por Myrtaceae, *A. obliqua* (Macquart) por Anacardiaceae e *A. serpentina* (Wied.) por Sapotaceae (Morgante, 1982 e 1991).

A distribuição geográfica de uma espécie de mosca-das-frutas está relacionada à distribuição dos frutos hospedeiros, sendo provável que as espécies polífagas apresentem distribuição geográfica mais ampla que as específicas (Selivon, 2000).

A. fraterculus, *A. oblíqua* e *C. capitata* são os tefritídeos com maior número de hospedeiros e distribuição geográfica no Brasil, ocorrendo em todas as regiões do país e são consideradas as principais pragas da fruticultura brasileira (Morgante & 1991; Zuchi, 2001 e 2011). Levantamentos populacionais em, praticamente, todas as regiões do Brasil, contribuíram para o conhecimento da diversidade e da distribuição geográfica de espécies de moscas-das-frutas no país.

Informações sobre a ocorrência das espécies de tefritídeos nos vários Estados brasileiros foram agrupadas, a saber:

- Região Norte: nos estados do Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima (Jesus *et al.*, 2008 e 2010; Norrbom & Korytkowski, 2011; Pereira *et al.*, 2010; Ronchi-Teles & Silva, 2005; Silva & Ronchi-Teles, 2000; Silva & Silva,

- 2007; Trindade & Uchôa-Fernandes, 2006), Acre (Thomazini *et al.*, 2003) e Tocantins (Bomfim *et al.*, 2007);
- Região Nordeste: nos estados do Maranhão (Oliveira *et al.*, 2000), Piauí (Menezes *et al.*, 2000), Ceará (Sales & Gonçalves, 2000), Rio Grande do Norte (Araujo *et al.*, 2000a; Araujo *et al.*, 2005), Paraíba (Araujo *et al.*, 2000b), Pernambuco (Haji & Miranda, 2000), Alagoas (Gonçalves *et al.*, 2006), Sergipe (Malavasi *et al.*, 1980) e Bahia (Nascimento & Carvalho, 2000);
 - Região Centro Oeste: nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Canesin & Uchôa-Fernandes, 2007; Minzão & Uchôa-Fernandes, 2008; Rodrigues *et al.*, 2006; Uchôa-Fernandes *et al.*, 2002; Uchôa-Fernandes & Zucchi, 2000) e Goiás (Veloso *et al.*, 2000);
 - Região Sudeste: nos estados do Espírito Santo (Martins *et al.*, 2000a; Martins *et al.*, 2005a; Uramoto *et al.*, 2008ab; Uramoto & Zucchi, 2010), Rio de Janeiro (Aguiar-Menezes & Menezes, 2000; Ferrara *et al.*, 2004 e 2005; Leal *et al.*, 2009; Souza *et al.*, 2008), Minas Gerais (Alvarenga *et al.*, 2000) e São Paulo (Souza Filho *et al.*, 2000; Uramoto *et al.*, 2004);
 - Região Sul: nos estados do Paraná (Fehn, 1981), Santa Catarina (Chiaradia *et al.*, 2004; Garcia *et al.*, 2003; Nora *et al.*, 2000) e Rio Grande do Sul (Kovaleski *et al.*, 2000).

C. capitata apresenta ampla distribuição geográfica, do estado do Rio Grande do Sul à Região Nordeste, tendo como limite o município de Cruz das Almas, no Recôncavo Baiano (Malavasi *et al.*, 1980). Sua ocorrência foi constatada mais ao Norte, nos municípios de Nova Soure-BA (Nascimento *et al.*, 1991), Juazeiro-BA, Petrolina-PE e Fortaleza-CE (Morgante, 1991) e na Amazônia brasileira, no estado de Rondônia (Ronchi-Teles & Silva, 1996).

Estudos têm evidenciado que a importância das espécies varia entre regiões e são influenciadas, principalmente, pelos hospedeiros.

A. fraterculus, *A. oblíqua* e *A. sororcula* foram as espécies mais frequentes no Recôncavo Baiano (Nascimento *et al.*, 1983) e o gênero *Anastrepha*, com 23 espécies, representou 99,25% da população de moscas-das-frutas nessa região (Nascimento & Zucchi, 1981).

A. fraterculus e *C. capitata* foram as espécies mais frequentes, abundantes,

constantes e dominantes em três localidades de São Paulo (Arrigoni, 1984).

Populações de tefritídeos, em cinco localidades do Rio de Janeiro, mostraram que as espécies mais frequentes, constantes e dominantes foram *A. obliqua* (Macquart) em Campos dos Goytacazes e São Francisco do Itabapoana, *A. fraterculus* (Wied.) em Cambuci e Itaocara, e *A. sororcula* Zucchi, em São João da Barra (Aguiar-Menezes *et al.*, 2008).

A. obliqua foi a principal praga da cultura da manga no Distrito Federal, nas fases de frutificação e maturação dos frutos (Zahler, 1991). *A. obliqua* e *A. serpentina* foram predominantes na cultura de manga no Piauí (Feitosa *et al.*, 2008).

A. fraterculus foi a mosca-das-frutas mais frequente na cultura do citros no norte do estado do Espírito Santo (Martins & Uramoto, 2001), oeste de Santa Catarina (Chiaradia *et al.*, 2004) e na região do Vale do Rio Caí, principal área de produção de citros do estado do Rio Grande do Sul (Silva *et al.*, 2006). A mosca-do-mediterrâneo, *C. capitata*, foi a espécie mais abundante e frequente em pomares de citros no estado do Mato Grosso do Sul (Uchôa-Fernandes *et al.*, 2003).

A. fraterculus e *A. obliqua* foram as espécies dominantes e mais frequentes em pomar de goiaba na região Sul da Bahia (Dutra *et al.*, 2009). Entretanto, as espécies que mais causaram danos a goiaba foi *A. zenilidae* no Norte de Minas Gerais (Canal *et al.*, 1998), *A. zenilidae* e *A. sororcula* no Nordeste (Moura & Moura, 2006) e *A. striata* na região Norte do país (Selivon, 2000; Malavasi *et al.*, 2000).

Em 11, de 14 hospedeiros analisados em diferentes regiões do Brasil, a frequência de *Anastrepha* foi maior que a de *C. capitata*, exceto nos citros (Malavasi & Morgante, 1980). No Recôncavo Baiano, *A. obliqua* foi a espécie mais frequente nos pomares cítricos (Nascimento *et al.*, 1982).

De 35 espécies frutíferas de 24 gêneros e 17 famílias, 20 foram infestadas por *Anastrepha* spp. e seis reportaram-se como novos hospedeiros para esses insetos no estado do Amazonas. Nove espécies do gênero *Anastrepha* foram constatadas, das quais, *A. obliqua* foi a predominante, infestando o maior número de hospedeiros (Silva, 1993). Trinta espécies de *Anastrepha* foram encontradas na Amazônia Brasileira, sendo, 10 delas, exclusivas dessa região (Zucchi *et al.*, 1996).

De 54 espécies de plantas de 15 famílias, 31 apresentaram moscas-das-frutas, sendo 22 espécies nativas e nove introduzidas. Das frutíferas nativas, 13 foram citadas pela primeira vez como hospedeiras de moscas-das-frutas e das 15 espécies de tefritídeos constatadas, sete foram registradas pela primeira vez nesse Estado,

sendo uma delas uma nova espécie (Veloso, 1997).

Frutos de 253 espécies de 51 famílias de plantas, em fragmento de Mata Atlântica, na região Norte do estado do Espírito Santo, mostraram 28 espécies de 10 famílias como hospedeiros naturais de 10 espécies de tefritídeos, sendo 22 como novas associações para *Anastrepha*. *C. capitata* infestou apenas um hospedeiro (Uramoto *et al.*, 2008a).

Histórico das moscas-das-frutas no estado do Espírito Santo

A primeira referência de mosca-das-frutas no Espírito Santo foi um exemplar de *A. sagittifera* Zucchi, coletado em novembro de 1970, no município de Baixo Guandu, região Noroeste (Zucchi, 1978).

Trabalho de controle de *C. capitata* e *Anastrepha* spp. na cultura do pessegueiro na região Centro-serrana (Fornazier *et al.*, 1987) e *C. capitata* (Wied.) foi registrada, pela primeira vez no Brasil, infestando mamão na região Norte (Martins & Alves, 1988).

A. fumipennis Lima foi redescoberta nessa região, após cerca de 60 anos, pois, se conhecia apenas lâminas do abdômen de dois espécimes fêmeas utilizados para a descrição da espécie (Zucchi, 1989). Estes exemplares foram coletados em Manginhos, RJ, em 1917 e 1930 e depositados na coleção da Fundação do Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro.

A atratividade do suco de mamão em diferentes concentrações e a influência da altura da armadilha no mamoeiro na captura de moscas-das-frutas foi avaliada e *C. capitata*, *A. fraterculus* (Wied.), *A. serpentina* (Wied.), *A. oblíqua* (Macquart), *A. distincta* Greene, *A. fumipennis* Lima foram coletadas e *A. fraterculus* (Wied.), pela primeira vez, foi constatada infestando frutos de mamão (Martins *et al.* (1993).

Um estudo preliminar com *Coffea arabica* e *C.canephora*, em 22 municípios, mostrou que, do ponto de vista de sucessão hospedeira de moscas-das-frutas, *C. canephora* é extremamente desfavorável a este grupo. Entretanto, *C. arabica* é altamente infestada, atuando como repositório natural de moscas-das-frutas. *C. capitata* é a espécie mais frequente e de importância para o café arábica no Espírito Santo (Martins & Teixeira, 1998); Martins *et al.*, 2000b).

O conceito de *systems approach* foi aplicado, pela primeira vez no Brasil, na região produtora de mamão do Espírito Santo. Isto permitiu que, a partir de setembro de 1998, o mamão brasileiro fosse exportado para os Estados Unidos, derrubando

uma barreira quarentenária que, durante 13 anos, impediu seu comércio para a América do Norte (Martins & Malavai, 1999; Martins, 2000).

Vinte e três espécies de *Anastrepha* foram relatadas em áreas comerciais de produção de mamão, no período de 1993 a 1997, em 11 municípios que compõem o pólo de produção de mamão, na região Norte do Espírito Santo: *A. alveata* Stone, *A. antunesi* Lima, *A. bahiensis* Lima, *A. barbiellinii* Lima, *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wied.), *A. fumipennis* Lima, *A. furcata* Lima, *A. grandis* (Macquart), *A. leptozona* Hendel, *A. lutzi* Lima, *A. manihoti* Lima, *A. montei* Lima, *A. obliqua* (Macquart), *A. pickeli* Lima, *A. pseudoparallela* (Loew), *A. quararibae* Lima, *A. quinae* Lima, *A. serpentina* (Wied.), *A. sororcula* Zucchi, *A. submunda* Lima, *A. tumida* Stone e *A. zenildae* Zucchi (Martins *et al.*, 2000a).

C. capitata e outras sete espécies de *Anastrepha*, sendo *A. fraterculus* a mais frequente (85,8%) foram coletadas com armadilhas tipos McPhail e Jackson em pomares de *Citrus* spp. ('Ponkan', 'Natal', 'Pera', 'Pera Rio' e 'Seleta') na região Norte (Martins & Uramoto, 2001).

Nove espécies de himenópteros parasitóides de tefretídeos, seis da família Braconidae: *Asobara anastrephae* (Muesebeck), *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *D. brasiliensis* (Szépligeti), *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), *Opius bellus* Gahan e *Utetes anastrephae* (Viereck); duas de Figitidae: *Aganaspis nordlanderi* Wharton e *A. pelleranoi* (Brèthes); e uma de Pteromalidae: *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani), foram coletadas, sendo *D. areolatus* a mais constante e frequente, com cerca de 70% de ocorrência (Martins *et al.*, 2003).

Doze outras espécies de *Anastrepha* foram detectadas nessas áreas de mamão - *A. amita* Zucchi, *A. bezzi* Lima, *A. bondari* Lima, *A. consobrina* (Loew), *A. dissimilis* Stone, *A. lanceola* Stone, *A. minensis* Lima, *A. mixta* Zucchi, *A. nascimentoi* Zucchi, *A. parallela* (Wied.), *A. sagittifera* Zucchi e *A. zernyi* Lima (Martins *et al.*, 2005a), sendo *A. lanceola* Stone detectada pela primeira vez no Brasil.

Levantamentos realizados na maioria dos municípios capixabas, de outubro de 2001 a outubro de 2002, mostraram maior riqueza de espécies de *Anastrepha* na região Norte. As regiões Central e Sul apresentaram diversidades iguais de espécies e pouco superior a Centro-serrana com a menor riqueza de espécies desse gênero. *Anastrepha fraterculus* foi mais frequente em todas as regiões (Uramoto & Martins, 2006)

Um estudo com armadilhas em dois fragmentos da Mata Atlântica, Reserva Natural Vale (RNV) e Floresta Nacional dos Goytacazes (FNG), no município de Linhares, região Norte, detectou 22 espécies de *Anastrepha*, além de quatro espécies novas (Uramoto, 2007).

Amostras de 248 espécies de plantas nativas, na Reserva Natural Vale, mostraram 33 associações entre plantas hospedeiras e moscas-das-frutas, sendo 20 novos registros (Uramoto *et al.*, 2008a). Os hospedeiros de *A. fumipennis* Lima e *A. nascimentoi* Zucchi, respectivamente, *Geissospermum laeve* (Vell.) Baill (Apocynaceae) e *Cathedra bahiensis* Sleumer (Olacaceae), foram descobertos neste estudo (Uramoto *et al.*, 2008b).

A. atlantica Uramoto & Zucchi, *A. glochin* Uramoto & Zucchi, *A. linharensis* Uramoto & Zucchi e *A. martinsi* Uramoto & Zucchi foram descritas dos materiais coletados nos levantamentos na região Norte do Estado (Uramoto & Zucchi, 2010). O Espírito Santo passou a contar com 37 espécies de *Anastrepha* e *C. capitata*, uma das mais altas diversidades de tefritídeos do Brasil.

Outros trabalhos como flutuação populacional na região produtora de mamão do Estado (Martins *et al.*, 1998), determinação de hospedeiros (Martins *et al.*, 2000c), avaliação do tratamento hidrotérmico no controle de *C. capitata* em frutos do mamoeiro (Tatagiba *et al.*, 2002), avaliação do tempo de exposição de duas formulações comerciais do feromônio sexual trimedlure na captura de *C. capitata* (Martins *et al.*, 2002) e avaliação de atrativos alimentares na captura de *Anastrepha* spp. (Martins *et al.*, 2003), também foram desenvolvidos com moscas-das-frutas no Estado.

Áreas livres ou de baixa prevalência de moscas-das-frutas e *systems approach*

O objetivo dos tratamentos quarentenários é eliminar todos os estágios das pragas que possam estar associados à planta, parte dela, ou a um produto vegetal para evitar sua dispersão para outras regiões (Duarte & Malavasi, 2000).

Historicamente, a fumigação química, os tratamentos a frio e com calor e a radiação de alta energia, aplicados por certo período de tempo, foram requeridos como uma condição para que os produtos fossem comercializados para outras regiões. Nas últimas décadas, com a tendência mundial de consumo de alimentos seguros, houve redução e substituição dessas substâncias, com o emprego alternativo de várias combinações de métodos de mitigação de risco (Malavasi & Martins,

2005).

Muitos frutos hospedeiros em potencial apresentam baixo nível de infestação por determinadas pragas. Por outro lado, o fruto não seria infestado se certos procedimentos, como a manutenção de áreas livres das pragas e a colheita de frutos em um estágio de maturação específica, fossem executados.

Em tais situações, a segurança quarentenária desejada pode ser conseguida pela integração da informação biológica sobre a praga e da relação praga-hospedeiro com a incorporação de fatores operacionais, como seleção, classificação e empacotamento do produto (Duarte & Malavasi, 2000).

Dois modelos de área livre de praga são conhecidos. Em um deles, toda a região ou divisão política é reconhecida como sendo livre da praga-alvo. No outro, a área ou campo de produção é de baixa prevalência, onde se aplica o conceito de *systems approach* ou enfoque sistêmico, envolvendo uma série de ações que torna uma parte específica da área produtora livre da praga; embora exista a possibilidade da praga-alvo ocorrer na área, seu nível populacional é tão baixo que a probabilidade de infestação é próxima de zero (Malavasi *et al.*, 1994b).

Os procedimentos para reconhecimento e estabelecimento de área livre e de baixa prevalência de pragas encontram-se nas Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias, NIMF 22 e NIMF 29, estabelecidas pela Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais (CIPV) da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) (IPPC/FAO, 2011ac) e, especificamente para moscas-das-frutas, nas NIMF 26 e NIMF 30 (IPPC/FAO, 2011bd).

O conceito de *systems approach* foi definido como a integração de práticas de pré e pós-colheita usada na produção, colheita, empacotamento e transporte dos frutos que, cumulativamente, atingem as exigências da segurança quarentenária (Jang & Moffitt, 1994). O sistema integra fatores biológicos, físicos e operacionais que podem afetar a incidência, viabilidade e potencial reprodutivo de uma praga.

Esse sistema, inicialmente aplicado no Havaí, para a exportação de mamão para os Estados Unidos (APHIS, 1991), foi desenvolvido para exportação de outras frutas, como o abacate do Havaí (APHIS, 1992a; Armstrong, 1991) e do mamão da Costa Rica (APHIS, 1992b) para os Estados Unidos; das maçãs e cerejas do estado de Washington, EUA (Moffitt, 1990) e pomelo da região central da Flórida (Simpson, 1993) para o Japão; de nozes da Califórnia para a Nova Zelândia (Yokoyama *et al.*, 1992); abacate, variedade Hass, do México para Estados do

Nordeste americano (APHIS 1997a); e do mamão produzido no Brasil, dos estados do Espírito Santo, a partir de 1998 (APHIS, 1997b e 1998) e da Bahia e Rio Grande do Norte, a partir de 2006 (APHIS, 2005), para os Estados Unidos.

A aplicação do conceito de *systems approach* para o mamão do Brasil é baseado, principalmente, no nível tecnológico da cultura, ao fato do mamão papaia não ser um hospedeiro preferencial de moscas-das-frutas, pois seus frutos só são infestados em estado de maturação acima do ponto de colheita, além da densidade populacional de *C. capitata* e *A. fraterculus* ser, extremamente, baixa nessa cultura (Martins & Malavasi, 2003ab; Martins *et al.*, 2005b).

O sistema reduz a próximo de zero o risco de infestação das espécies quarentenárias *C. capitata* e *A. fraterculus*, sem tratamento fitossanitário dos frutos de mamão em pós-colheita (Martins, 2000; Martins & Malavasi, 1999 e 2003ab).

Relação da infestação de moscas-das-frutas com a meleira-do-mamoeiro

A meleira é uma das principais doenças do mamoeiro no Brasil, tendo sido constatada no início da década de 80 em lavouras de mamão no extremo sul da Bahia e Norte do Espírito Santo (Rodrigues *et al.*, 1989). Atualmente, encontra-se disseminada nas principais regiões produtoras de mamão do país.

Essa doença é causada pelo *Papaya meleira virus* – PMeV, um vírus dsRNA de partículas isométricas (40-50 nm de diâmetro) e que circula pelos vasos laticíferos dispersos da planta (Kitajima *et al.*, 1993; Maciel-Zambolim *et al.*, 2003).

O principal sintoma da meleira é a exsudação excessiva de látex com consistência mais fluida que a normal, dando aos frutos aspecto enegrecido devido à oxidação, e os tornando inviáveis para a comercialização, pelo comprometimento da consistência e sabor (Ventura *et al.*, 2004).

O látex do mamoeiro é uma mistura complexa de compostos com diferentes propriedades químicas envolvidas na defesa da planta, que decresce com o seu amadurecimento (El Moussaoui *et al.*, 2001).

Frutos do mamoeiro apresentam baixo risco de infestação por moscas-das-frutas até os estágios de maturação comercial, (Liquido *et al.*, 1989; Martins, 1999; Martins & Malavasi, 2003ab). Esta resistência está associada à toxicidade do composto químico natural benzil isotiocianato (BITC), formado pelo benzil glicosinolato e a triglicosidase após a dilaceração da célula do tecido do fruto (Tang, 1971 e 1973).

O BITC é volátil com ação ovicida e de inibição da oviposição por moscas-das-frutas; sua concentração decresce com o amadurecimento do fruto, tornando-o mais susceptível à infestação desses insetos (Liquido *et al.*, 1989; Nascimento *et al.*, 2003; Seo & Tang, 1982; Seo *et al.*, 1983; Tang, 1971 e 1973).

A meleira-do-mamoeiro, provavelmente, por interferir na fisiologia da planta, quebra a resistência natural às moscas-das-frutas e permite que o fruto seja infestado ainda verde (Martins & Malavasi, 2003b). Essa quebra de resistência foi observada em pomares comerciais de mamão do Espírito Santo e comprovada nas variedades dos grupos Solo e Formosa (Nascimento *et al.*, 2000).

A redução, em torno de nove vezes do seu teor no látex do fruto de mamão, no estágio inicial de maturação das variedades dos grupos Solo e Formosa, 60 dias após a inoculação mecânica do PMeV na planta, sugere que o vírus da meleira poderia ter interferência direta na concentração de BITC (Nascimento *et al.*, 2003).

O *roguing*, erradicação das plantas infectadas, no início do aparecimento dos sintomas é o único meio para evitar a disseminação da meleira nos pomares e viabilizar a exploração comercial dos frutos do mamão (Ventura *et al.*, 2001; 2003 e 2004).

REFERÊNCIAS

- Achá Panoso, L.A.; Gomes, I.A.; Pires Filho, A.M.; Bonelli, S. 1978. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA-SNLCS, 461p. (Boletim Técnico, 45).
- Aguiar-Menezes, E.L.; Menezes, E.B. 1996. Flutuação populacional das moscas-das-frutas e sua relação com a disponibilidade hospedeira em Itaguaí, RJ. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 25: 223-232.
- Aguiar-Menezes, E.L.; Menezes, E.B. 2000. Rio de Janeiro. *In: Malavasi, A. & Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.259-263.*
- Aguiar-Menezes, E.L.; Souza, S.A.S.; Lima Filho, M.; Barros, H.C.; Ferrara, F.A.A.; Menezes, E.B. 2008. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) nas regiões norte e noroeste do estado do Rio de Janeiro. *Neotropical Entomology*, 37: 8-14.
- Aluja, M. 1999. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28: 565-594.
- Alvarenga, C.D.; Canal, N.A.; Zucchi, R.A. 2000. Minas Gerais. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.265-270.*
- APHIS. 1991. Papayas from Hawaii. *Federal Register*, 56: 59205-59207.
- APHIS. 1992b. Importation of papayas from Costa Rica. *Federal Register*, 57:27896-27898.
- APHIS. 1992a. Sharwil avocados from Hawaii. *Federal Register*, 57:31306-31307.
- APHIS. 1997a. Importation of fresh Hass avocados fruit grown in Michoacan, México. *Federal Register*, 62: 5293-5315.
- APHIS. 1997b. USDA/APHIS proposed rules. *Federal Register*, 62: 14037-14044.
- APHIS. 1998. USDA/APHIS. *Federal Register*, 63: 12396.
- APHIS. 2005. Importation of fruits and vegetables. *Federal Register*, 70: 16431-16445.

- Araujo, E.L.; Batista, J.L.; Zucchi, R.A. Paraíba. 2000b. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.227-228.
- Araujo, E.L.; Lima, F.A.M.; Zucchi, R.A. 2000a. Rio Grande do Norte. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.223-226.
- Araujo, E.L.; Medeiros, M.K.M.; Silva, V.E.; Zucchi, R.A. 2005. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Semi-Árido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. *Neotropical Entomology*, 34: 889-894.
- Armstrong, J.W. 1991. 'Sharwil' avocado: Quarantine security against fruit fly infestation in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, 84: 1308-1315.
- Arrigoni, E.B. 1984. Dinâmica populacional de moscas-das-frutas (Diptera - Tephritidae) em três regiões do estado de São Paulo. 165f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP), Piracicaba, SP.
- Baldez, L.C.G. 1972. Moscas-das-frutas. *Boletim de Campo*, 35: 5-9.
- Bomfim, D.A.; Uchôa-Fernandes, M.A.; Bragança, M.A.L. 2007. Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritoidea) em matas nativas e pomares domésticos de dois municípios do estado do Tocantins, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51: 217-223.
- Bondar, G. 1949. Moscas de frutas na Bahia. *Bahia Rural*, 9: 26-27.
- Brasil. 2007. Estabelece a lista de pragas quarentenárias ausentes (A1) e de pragas quarentenárias presentes (A2) para o Brasil e aprovar os procedimentos para suas atualizações. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 52, de 20 de novembro de 2007. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 21 de novembro de 2007. Seção 1, pp.31.
- Brasil. 2011. Considera o estado de Roraima como área de emergência fitossanitária para implementação do Plano de Supressão e Erradicação da praga denominada *Bactrocera carambolae* (mosca da carambola) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 9, de 9 de março de 2011. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 10

de março de 2011. Seção 1.

- Calkins, C.O.; Malavasi, A. 1995. Biology and control of fruit flies (*Anastrepha*) in tropical and temperate fruit. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 17: 36-45.
- Canal, N.A.; Alvarenga, C.D.; Zucchi, R.A. 1998. Níveis de infestação de goiaba por *Anastrepha zenildae* Zucchi (Diptera: Tephritidae), em pomares comerciais do Norte de Minas Gerais. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27: 657-661.
- Canesin, A.; Uchôa-Fernandes, M.A. 2007. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em um fragmento de floresta semidecídua em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24: 185-190.
- Chiaradia, L.A.; Milanez, J.M.; Dittrich, R. 2004. Flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares de citros no oeste de Santa Catarina, Brasil. *Ciência Rural*, 34: 337-343.
- Duarte, A.L.; Malavasi, A. 2000. Tratamentos quarentenários. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.187-192.
- Dutra, V.S.; Santos, M.S.; Souza Filho, Z.A.; Araujo, E.L; Silva, J.G. 2009. Faunistic analysis of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) on a guava orchard under organic management in the municipality of Una, Bahia, Brazil. *Neotropical Entomology*, 38: 133-138.
- El Moussaoui, A.; Nijjs, M.; Paul, C.; Wintjens, R.; Vincentelli, J.; Azarkan, M.; Looze, Y. 2001. Revisiting the enzymes stored in the laticifers of *Carica papaya* in the context of their possible participation in the plant defense mechanism. *Cell and Molecular Life Sciences*, 58: 556-570.
- Espírito Santo (Estado). 2008a. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Atlas do ecossistemas do Espírito Santo. Vitória, ES: SEMA; Viçosa, MG: UFV, 504p.
- Espírito Santo (Estado). 2008b. Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura: novo PEDEAG 2007-2025. Vitória, ES: SEAG, 284p.
- Fehn, L.M. 1981. Coleta e reconhecimento de moscas-das-frutas em região metropolitana de Curitiba e Irati, Paraná, Brasil. *Anais da Sociedade*

- Entomológica do Brasil, 10: 209-238.
- Feitosa, S.S.; Silva, P.R.R.; Pádua, L.E.M.; Carvalho, E.M.S.; Paz, J.K.S.; Paiva, D.R. 2008. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas a variedades de manga no município de José de Freitas-Piauí. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30: 112-117.
- Feitoza, L.R. 1986. Carta agroclimática do Espírito Santo. Vitória, ES: EMCAPA, Escala 1:400.000.
- Feitoza, L.R.; Castro, L.L.F.; Resende, M.; Zangrande, M.B.; Stocking, M.S.; Borel, R.M.A., Fullin, E.A.; Cerqueira, A.F.; Salgado, J.S.; Feitoza, H.N.; Stok, L.A.; Mank, A.M; Dessaune Filho, N.; Feringa, W.; Martinez, J.A. Mapa das Unidades Naturais do Estado do Espírito Santo. Vitória: EMCAPA, 1999. Mapa na escala 1:400 000. Colorido.
- Ferrara, F.A.A.; Aguiar-Menezes, E; Uramoto, K.; Marco Junior, P.; Souza, S.A.S; Cassino, P.C.R. 2005. Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) da região noroeste do estado do Rio de Janeiro. *Neotropical Entomology*, 34: 183-190.
- Ferrara, F.A.A.; Uramoto, K.; Aguiar-Menezes, E; Souza, S.A.S; Cassino, P.C.R. 2004. Novos registros de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado do Rio de Janeiro. *Neotropical Entomology*, 33: 797-798.
- Fornazier, M.J.; Costa, A.N.; Dessaune Filho, N. 1987. Controle da mosca-das-frutas em pessegueiro. *In: Congresso Brasileiro de Entomologia*, 11., Campinas, Resumos... Campinas, SP, SEB, pp.489.
- Garcia, F.R.M.; Campos, J.V.; Corseuil, E. 2003. Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região Oeste de Santa Catarina. *Neotropical Entomology*, 32: 421-426.
- Gonçalves, G.B.; Santos, J.C.G.; Silva, C.E.; Santos, E.S.; Nascimento, R.R.; Sant'ana, A.E.G.; Zucchi, R.A. 2006. Occurrence of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in th state of Alagoas, Brasil. *Florida Entomologist*, 89: 93-94.
- Haji, F.N.P.; Miranda, I.G. Pernambuco. 2000. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e*

- aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.229-233.
- Hernández-Ortiz, V.; Aluja, M. 1993. Listado de especies del genero neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. *Folia Entomológica Mexicana*, 88: 89-105.
- Hickel, E.R.; Ducroquet, J.P.H.J. 1994. Ocorrência de mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em frutos de goiabeira serrana. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 23: 311-315.
- Ihering, H. 1901. Laranjas bichadas. *Revista Agrícola*, 70: 179-181.
- INCAPER. 2010. Incaper: 10 anos de integração pesquisa-extensão. Um ciclo virtuoso de investimentos e realizações. *Incaper em Revista*. Vitória, ES, 1, 145p.
- IPPC/FAO. 2011a. ISPM 22 - Requirements for the establishment of areas of low pest prevalence. Disponível em: <<https://www.ippc.int/index.php?id=13399&L=0>>. Acesso em: 13 abr. 2011.
- IPPC/FAO. 2011b. ISPM 26 – Establishment of pest free areas for fruit flies (Tephritidae). Disponível em: <<https://www.ippc.int/index.php?id=13399&L=0>>. Acesso em: 13 abr. 2011.
- IPPC/FAO. 2011c. ISPM 29 - Recognition of pest free areas and areas of low pest prevalence. Disponível em: <<https://www.ippc.int/index.php?id=13399&L=0>>. Acesso em: 13 abr. 2011c.
- IPPC/FAO. 2011d. ISPM 30 - Establishment of areas of low pest prevalence for fruit flies (Tephritidae). Disponível em: <<https://www.ippc.int/index.php?id=13399&L=0>>. Acesso em: 13 abr. 2011.
- Jang, E.B.; Moffitt, H.R. 1994. Systems approaches to achieving quarantine security. *In: Sharp, J. L.; Hallman, G.J. (Eds.). Quarantine treatments for pest of food plants*. Westview Press, Denver, Colorado. pp.225-239.
- Jesus, C.R.; Oliveira, M.N.; Souza Filho, M.F.; Silva, R.A.; Zucchi, R.A. 2008. First record of *Anastrepha parishi* Stone (Diptera, Tephritidae) and its host in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52: 135-136.
- Jesus, C.R.; Silva, R.A.; Souza Filho, M.F.; Deus, E.G.; Zucchi, R.A. 2010. First record of *Anastrepha pseudanomala* Norrbom (Diptera: Tephritidae) and its host

- in Brazil. *Neotropical Entomology*, 39: 1059-1060.
- Kitajima, E.W.; Rodrigues, C.; Silveira, J.; Alves, F.; Ventura, J.A.; Aragão, F.J.L.; Oliveira, L.H.R. 1993. Association of isometric virus-like particles, restricted to laticifers, with meleira (sticky disease) of papaya (*Carica papaya*). *Fitopatologia Brasileira*, 18: 118-122.
- Kovaleski, A.; Sugayama, R.L. 1999. Phenological variation in infestation of apples by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) and implications for its management in Brazil. *In: Meeting of Working Group on fruit flies of the Western Hemisphere, 3., Guatemala City, Proceedings... Guatemala City, Guatemala*, pp.22.
- Kovaleski, A.; Sugayama, R.L.; Uramoto, K.; Malavasi, A. 2000. Rio Grande do Sul. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora*, pp.285-290.
- Leal, M.R.; Souza, S.A.S.; Aguiar-Menezes, E.L.; Lima Filho, M.; Menezes, E.B. 2009. Diversidade de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e seus parasitóides nas regiões Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Ciência Rural*, 39: 627-634.
- Liquido, N.J.; Barr, P.G.; Cunningham, R.T. 1998. Med host, an encyclopedic bibliography of the host plants of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). *In: Thompson, F.C. (Ed.). Fruit fly expert identification system and systematic information database. Leiden: North American Dipterists' Society; Backhuys, Diptera data dissemination, disk 1.1 CD-ROM.*
- Liquido, N.J.; Cunningham, R.T.; Couey, H.M. 1989. Infestation rates of papaya by fruit flies (Diptera: Tephritidae) in relation to the degree of fruit ripeness. *Journal of Economic Entomology*, 82: 212-219.
- Maciel-Zambolim, E.; Kunieda, S.; Matsuoka, K.; Carvalho, M.G; Zerbini, F.M. 2003. Purification and some properties of *Papaya meleira virus*, a novel virus infecting papayas in Brazil. *Plant Pathology*, 52: 389-394.
- Maddison, P.A.; Bartlett, B.J. 1989. A contribution towards the zoogeography of the Tephritidae. *In: Robinson, A.S.; Hooper, G. (Ed.). Fruit flies their biology natural*

- enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 3A: 1.4, pp.27-35.
- Malavasi, A. 2000a. Áreas livres ou de baixa prevalência. *In: Malavasi, A; Zucchi, A.R. (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.175-181.*
- Malavasi, A. 2000b. Systems approach. *In: Malavasi, A; Zucchi, A.R. (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.183-186.*
- Malavasi, A. 2001. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). *In: Vilela, E.F.; Zucchi, R.A.; Cantor, F. (Eds.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.39-41.*
- Malavasi, A.; Martins, D.S. 2005. Origem e aplicações futuras do conceito de systems approach. *In: Martins, D.S. (Ed.). Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão. Vitória-ES: Incaper, pp.43-53.*
- Malavasi, A.; Morgante, J.S. 1980. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera: Tephritidae). II. Índice de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. *Revista Brasileira de Biologia, 40: 17-24.*
- Malavasi, A.; Morgante, J.S.; Zucchi R.A. 1980. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiros e ocorrência. *Revista Brasileira de Biologia, 40: 9-16.*
- Malavasi, A.; Nascimento, A.S.; Carvalho, R.S. 1994a. Moscas-das-frutas no MIP-Citros. *In: Seminário Internacional de Citros-MIP, 3., Campinas. Anais... Campinas, SP. pp.211-231.*
- Malavasi, A.; Rohwer, G.G.; Campbel, D.S. 1994b. Fruit fly free areas: strategies to develop them. *In: Calkins, C.O.; Klassen, W.; Liedo, P. (Eds.). Fruit flies and the sterile insect technique. CRS Press, Boca Raton, Fl., pp.165-180.*
- Malavasi, A.; Zucchi, R.A. 2000. Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, 327p.
- Malavasi, A.; Zucchi, R.A.; Sugayama, R.L. 2000. Biogeografia. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.93-98.*

- Martins, D.S. 2000. Exportação de mamão solo para os Estados Unidos: Procedimentos. *In: Ritzinger, C.H.S.P.; Souza, J.S. (Org.). Mamão Fitossanidade. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, pp.15-22.*
- Martins, D.S. 2002. Manejo integrado de moscas-das-frutas. *In: Zanolim, L. (Ed.). Manejo Integrado: Fruteiras Tropicais - Doenças e Pragas. Viçosa: UFV, pp.615-647.*
- Martins, D.S.; Alves, F.L. 1988. Ocorrência da mosca-das-frutas *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera-Tephritidae), na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Norte do estado do Espírito Santo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 17: 227-229.*
- Martins, D.S.; Alves, F.L.; Zucchi, R.A. 1993. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 22: 373-379.*
- Martins, D.S.; Lima, R.C.A.; Cardoso, V.R.; Costa, A. F. 2002. Avaliação do tempo de exposição de duas formulações comerciais do feromônio sexual trimedlure na captura de *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824). *In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17., Belém. Resumo Expandido. Belém: SBF, Embrapa, CD-ROM: SBFXVII.*
- Martins, D.S.; Lima, R.C.A.; Couto, A.O.F.; Conti, A. 2003. Avaliação de atrativos alimentares na captura de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). *In: Simpósio de Controle Biológico, 8., São Pedro, SP. Resumos... Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ/USP, pp.166.*
- Martins, D.S.; Malavasi, A. 1999. Aplicação do “systems approach” para exportação de frutas com ênfase para o mamão (papaya) brasileiro. *In: Alves, R.E.; Veloz, C.S. (Org.). Exigências quarentenárias para exportação de frutas tropicais e subtropicais. Fortaleza: Embrapa - CNPAT/CYTED/ CONACYT, pp.97-112.*
- Martins, D.S.; Malavasi, A. 2003a. Aplicação do system approach para a exportação de frutas: mamão brasileiro para os Estados Unidos. *In: Zanolim, L. (Ed.). Manejo integrado: produção integrada - fruteiras tropicais - doenças e pragas. Viçosa: UFV, pp.7-35.*

- Martins, D.S.; Malavasi, A. 2003b. Systems approach na produção de mamão do Espírito Santo, como garantia de segurança quarentenária contra mosca-das-frutas. *In: Martins, D.S.; Costa, A.F.S. (Eds.). A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, pp.345-372.*
- Martins, D.S.; Teixeira, M.M. 1998. Avaliação das espécies de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* como hospedeiras de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado do Espírito Santo. *In: Congresso Brasileiro de Pesquisa Cafeeira, 24., Poços de Caldas. Resumos... Poços de Caldas, MG: MAPA-SDR, pp.254-256.*
- Martins, D.S.; Teixeira, M.M.; Malavasi, A. 2000b. Evaluation of two coffee species as host of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the Espírito Santo State, Brazil. *In: International Congress of Entomology, 21., Foz do Iguaçu. Abstracts... Foz do Iguaçu, PR, Brazil: Sociedade Brasileira de Entomologia, pp.71.*
- Martins, D.S.; Uramoto, K. 2001. Fruit fly in a *Citrus* grove in North of Espírito Santo state, Brazil. *In: Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere, 4., Mendoza. Abstracts... Mendoza, Argentina, pp.53.*
- Martins, D.S.; Uramoto, K.; Guimarães, J. A. 2003. Parasitóides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado do Espírito Santo. *In: Simpósio de Controle Biológico, 8., São Pedro, SP. Resumos... Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ/USP, pp.124.*
- Martins, D.S.; Uramoto, K.; Lani, M.C.R. 2005a. Diversidade de moscas-das-frutas nas áreas monitoradas no norte do Espírito Santo pelo Programa de Exportação do Mamão Brasileiro para os Estados Unidos. *In: Martins, D.S. (Ed.). Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão. Vitória-ES: Incaper, p.493-497.*
- Martins, D.S.; Uramoto, K.; Malavasi, A. 1998. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) na região produtora de mamão do estado do Espírito Santo. *In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 17., Encontro Nacional de Fitossanitaristas, 8., Rio de Janeiro. SEB. Resumos... Rio de Janeiro, RJ: Sociedade Brasileira de Entomologia, pp.557.*
- Martins, D.S.; Uramoto, K.; Malavasi, A. Espírito Santo. 2000a. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.253-258.*

- Martins, D.S.; Uramoto, K.; Malavasi, A. 2000c. Host plants of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the State of Espírito Santo, Brazil. *In: International Congress of Entomology, 21., Foz do Iguaçu. Abstracts... Foz do Iguaçu, PR, Brazil: Sociedade Brasileira de Entomologia, pp.71.*
- Martins, D.S.; Vieira, L.P.; Lani, M.C.R. 2005b. Região de produção de mamão do Espírito Santo - área de baixa prevalência de moscas-das-frutas. *In: Martins, D.S. (Ed.). Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão. Vitória-ES: Incaper, pp.487-492.*
- Matioli, J.C. 1985. Moscas-das-frutas: situação e perspectiva de controle no Brasil. *Agroquímica Ciba-Geigy, 27: 19-26.*
- Matioli, J.C. 1986. Controle de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em cafeeiros. *In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 10., Rio de Janeiro. Resumos... Rio de Janeiro, RJ: Sociedade Entomológica do Brasil, pp.272.*
- Menezes, R.V.S.; Nunes, E.M.; Branco, R.S.C.; Zucchi, R.A. 2000. Piauí. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.213-215.*
- Menezes, E.B.; Ogawa, E.S. 1987. Controle Integrado de mosca-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em goiaba var. comercial. *In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 11., Campinas. Resumos... Campinas, SP: Sociedade Entomológica do Brasil, pp.488.*
- Minzão, E.R.; Uchôa-Fernandes, M.A. 2008. Diversidade de moscas frugívoras (Diptera, Tephritoidea) em áreas de matas decídua e ciliar no Pantanal sul-matogrossense, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia, 52: 441-445.*
- Moffitt, H.R. 1990. A systems approach to meeting quarantine requirements for insect pest of deciduous fruits. *Proceedings of the Washington State Horticultural Association, 85: 223-225.*
- Morgante, J.S. 1991. Moscas-das-frutas (Tephritidae): características biológicas, detecção e controle. Brasília, MAARA/SENIR, 19p. (Boletim Técnico de Recomendações para os Perímetros Irrigados do Vale de São Francisco, 2).
- Moura, A.P.; Moura, D.C.M. 2006. Espécies de moscas-das-frutas (Diptera:

- Tephritidae) associadas à cultura da goiabeira (*Psidium guajava* Linnaeus) em Fortaleza, Ceará. *Arquivos do Instituto Biológico*, 73: 65-71.
- Nascimento, A.S.; Carvalho, R.S. 2000. Bahia. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.235-239.
- Nascimento, A.S.; Frighetto, R.T.S.; Malavasi, A.; Habibe, T.C. 2003. Avaliação dos teores de benzil isotiocianato (BITC) em mamoeiros sadios e infectados pela meleira em condições de campo e telado. *In: Martins, D.S. (Ed.), Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno*. Vitória, ES: INCAPER, pp.597-600.
- Nascimento, A.S.; Malavasi, A.; Morgante, J.S.; Matioli, S.R. 1991. Ocorrência e índice de infestação de moscas-das-frutas (Tephritidae) em pomar comercial de manga no município de Buritizinhos (MG). *In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 13., Recife. Resumos... Recife, PE: Sociedade Entomológica do Brasil, 2, pp.631.*
- Nascimento, A.S.; Matrangolo, W.J.R.; Barbosa, C.J.; Marques, M.; Habibe, T.C. 2000. Associação de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) com a “meleira do mamoeiro” (*Carica papaya* L.). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29: 821-825.
- Nascimento, A.S.; Morgante, J.S.; Malavasi, A.; Uramoto, K. 1993. Occurrence and distribution of *Anastrepha* in melon production areas in Brazil. *In: Aluja, M.; Liedo, P. (Eds.). Fruit flies: biology and management*. New York: Springer-Verlag, pp.39-42.
- Nascimento, A.S.; Zucchi, R.A. 1981. Dinâmica populacional das moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Dip. Tephritidae) no Recôncavo Baiano. I- Levantamento das espécies. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 16: 763-767.
- Nascimento, A.S.; Zucchi, R.A.; Morgante, J.S.; Malavasi, A. 1982. Dinâmica populacional das moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Dip., Tephritidae) no Recôncavo Baiano. II- Flutuação populacional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17: 969-980.
- Nascimento, A.S.; Zucchi, R.A.; Silveira Neto, S. 1983. Dinâmica populacional das

- moscas-das-frutas no Recôncavo Baiano. III- Análise faunística. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 18: 319-328.
- Nora, I.; Hickel, E.R.; Prando, H.F. 2000. Santa Catarina. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.271-275.
- Norrbom, A.L. 2010a. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) classification and diversity. Disponível em: <<http://www.sel.barc.usda.gov/diptera/tephriti/TephClas.htm>>. Acesso em: 06 dez. 2010.
- Norrbom, A.L. 2010b. Fruit fly (Tephritidae) species database. Disponível em: <<http://www.sel.barc.usda.gov:8080/diptera/Tephritidae/TephName/search.html>>. Acesso em: 06 dez. 2010.
- Norrbom, A.L.; Korytkowski, C.A. 2011. New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae). Zootaxa, 2740: 1-23.
- Oliveira, F.L.; Araujo, E.L.; Chagas, E.F.; Zucchi, R.A. 2000. Maranhão. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.211-212.
- Orlando, A.; Sampaio, A.S. 1973. “Moscas-das-frutas”. O Biológico, 39: 143-150.
- Pereira, J.D.B.; Buriti, D.P.; Lemos, W.P.; Silva, W.R.; Silva, R.A. 2010. Espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae), seus hospedeiros e parasitóides nos estados do Acre e Rondônia, Brasil. Biota Neotropica, 10: 441-446.
- Prates, H.S. 1980. Importância das moscas-das-frutas na citricultura. Correio Agrícola, 2: 254-257.
- Puzzi, D.; Orlando, A. 1959. Principais pragas dos pomares cítricos: recomendações para controle. O Biológico, 25:1-20.
- Puzzi, D.; Orlando, A. 1965. Estudos sobre ecologia das “moscas-das-frutas” (Trypetidae) no estado de São Paulo, visando o controle racional da praga. Arquivos do Instituto Biológico, 32: 9-22.
- Raga, A.; Prestes, D.A.O.; Souza Filho, M.F.; Sato, M.E.; Siloto, R.C.; Guimarães, J.A.; Zucchi, R.A. 2004. Fruit fly (Diptera: Tephritoidea) infestation in *Citrus* in

- the State of São Paulo, Brazil. *Neotropical Entomology*, 33: 85-89.
- Rodrigues, C.H.; Ventura, J.A.; Maffia, L.A. 1989. Distribuição e transmissão da meleira em pomares de mamão no Espírito Santo. *Fitopatologia Brasileira*, 14: 118.
- Rodrigues, S.R.; Nantes, L.R.; Souza, S.R.; Abot, A.R.; Uchôa-Fernandes, M.A. 2006. Moscas frugívoras (Diptera: Tephritidae) coletadas em Aquidauana, MS. *Revista Brasileira de Entomologia*, 50: 131-134.
- Ronchi-Teles, B.; Silva, N.M. 1996. Primeiro registro de ocorrência de mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na Amazônia Brasileira. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 25: 569-570.
- Ronchi-Teles, B.; Silva, N.M. 2005. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) na região de Manaus, AM. *Neotropical Entomology*, 34: 733-741.
- Sales, F.J.M; Gonçalves, N.G.G. 2000. Ceará. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.217-222.
- Selivon, D. 2000. Relações com plantas hospedeiras. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.87-91.
- Seo, S.T.; Tang, C.S. 1982. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): toxicity of benzyl-isothiocyanate against eggs or first instar of three species. *Journal of Economic Entomology*, 75: 1132-1135.
- Seo, S.T.; Tang, C.S.; Sanidad, S.; Takenaka, T.H. 1983. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): variation of index of infestation with benzyl-isothiocyanate concentration and color of maturing papaya. *Journal of Economic Entomology*, 76: 535-538.
- Silva, F.F.; Meirelles, R.N.; Redaelli, L.R.; Dal Soglio, F.K. 2006. Diversidade de moscas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) em pomares orgânicos de citros no Vale do Rio Caí, RS. *Neotropical Entomology*, 35: 666-670.
- Silva, N.M. 1993. Levantamento e análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera-Tephritidae) em quatro locais do estado do Amazonas. 152p. Tese (Doutorado

- em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, SP.
- Silva, N.M.; Ronchi-Teles, B. 2000. Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.203-209.*
- Silva, O.L.R.; Suman, R.; Silva, R.J. 1997. Mosca da carambola. Brasília: DDIV/DAS/MMA, 10p. (Alerta Quarentenário 1).
- Silva, R.; Ferreira, F.R. 1997. Mosca da carambola (*Bactrocera carambolae*). Informativo SBF (Sociedade Brasileira de Fruticultura), 16: 15-16.
- Silva, R.A; Jordão, A.L; Sá, L.A.N; Oliveira, M.R.V. 2004. Mosca-da-carambola: uma ameaça à fruticultura brasileira. Macapá: Embrapa Amapá, 15p. (Circular Técnica, 31).
- Silva, W.R.; Silva, R.A. 2007. Levantamento de moscas-das-frutas e de seus parasitóides no município de Ferreira Gomes, estado do Amapá. *Ciência Rural*, 37: 265-268.
- Simpson, S.E. 1993. Development of the Caribbean fruit fly free zone certification protocol in Florida. *Florida Entomology*, Gainesville, 76: 228.
- Souza Filho, M.F.; Raga, A.; Zucchi, R.A. 2000. São Paulo. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.277-283.*
- Souza, J.F.; Souza, S.A.S.; Aguiar-Menezes, E.L.; Ferrara, F.A.A; Nascimento, S.A.; Rodrigues, W.C.; Cassino, P.C.R. 2008. Diversidade de moscas-das-frutas em pomares de citros no município de Araruama, RJ. *Ciência Rural*, 38: 518-521.
- Tang, C.S. 1971. Benzyl-isothiocyanate of papaya fruit. *Phytochemistry*, 10: 117-121.
- Tang, C.S. 1973. Localization of benzyl glucosinolate and thioglucosidase in *Carica papaya* fruit. *Phytochemistry*, 12: 769-773.
- Tatagiba, J.S.; Lima, R.C.A.; Costa, A.F., Martins, D.S.; Ventura, J.A.; Costa, H. 2002. Avaliação do tratamento hidrotérmico no controle de *Ceratitidis capitata*

- (Diptera: Tephritidae) em frutos do mamoeiro. *In*: Congresso Brasileiro de Entomologia, 19., Manaus. Resumos... Manaus, AM: Sociedade Entomológica do Brasil, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pp.314.
- Thomazini, M.J.; Albuquerque, E.S.; Souza Filho, M. 2003. Primeiros registros de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no estado do Acre. *Neotropical Entomology*, 32: 723-724.
- Thompson, F.C. 1998. Introduction. *In*: Thompson, F. C. (Ed.). Fruit fly expert identification system and systematic information database. Leiden: North American Dipterists' Society; Backhuys, pp.5-6.
- Trindade, R.B.R.; Uchôa-Fernandes, M.A. 2006. Fruit fly species (Diptera: Tephritoidea) in the Amazonian forest at Oiapoque region, Amapá state, Brazil. *In*: International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, 7., Meeting of the Working Group on Fruit Flies of The Western Hemisphere, 6., Salvador. Abstracts... Salvador, BA: Moscamed Brasil, ADAB, SEB, Capes, IAEA, USDA, n.194-2.
- Uchôa-Fernandes, M.A.; Oliveira, I.; Molina, R.M.S.; Zucchi, R.A. 2002. Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the Cerrado of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Neotropical Entomology*, 31: 515-524.
- Uchôa-Fernandes, M.A.; Oliveira, I.; Molina, R.M.S.; Zucchi, R.A. 2003. Biodiversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) captured in *Citrus* groves, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Neotropical Entomology*, 32: 239-246.
- Uchôa-Fernandes, M.A.; Zucchi, R.A. 2000. Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.241-245.
- Uramoto, K. 2007. Diversidade de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de papaia e em áreas remanescentes da Mata Atlântica e suas plantas hospedeiras nativas, no município de Linhares, Espírito Santo. 105f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, SP.

- Uramoto, K.; Martins, D.S. 2006. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em áreas de cultivo de frutas nas regiões norte, central, centro-serrana e sul do estado do Espírito Santo. *In: Congresso Brasileiro de Entomologia*, 21., Recife. Resumos... Recife, PE: Sociedade Entomológica do Brasil, Universidade Federal de Pernambuco. CD-ROM: XXI CBE.
- Uramoto, K.; Martins, D.S.; Lima, R.A.; Zucchi, R.A. 2008b. Host plant record for the fruit flies, *Anastrepha fumipennis* and *A. nascimentoi* (Diptera, Tephritidae). *Journal of Insect Science*, 8, n.45.
- Uramoto, K.; Martins, D.S.; Zucchi, R.A. 2008a. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their associations with native host plants in a remnant area of the highly endangered Atlantic Rain Forest in the State of Espírito Santo, Brazil. *Bulletin of Entomological Research*, 98: 457-466.
- Uramoto, K.; Walder, J.M.M.; Zucchi, R.A. 2004. Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no campus da ESALQ-USP, Piracicaba, São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48: 409-414.
- Uramoto, K.; Zucchi, R.A. 2010. New species of *Anastrepha* Schiner (Diptera, Tephritidae) from remnant area of the Atlantic Rain Forest and surroundings in the state of Espírito Santo, Brazil. *Zootaxa*, 2535: 49-60.
- Veloso, V.R.S. 1997. Dinâmica populacional de *Anastrepha* spp. e *Ceratitidis capitata* (Wied., 1824) (Diptera, Tephritidae) nos cerrados de Goiás. Goiânia. 115f. Tese (Doutorado) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO.
- Veloso, V.R.S.; Fernandes, P.M.; Zucchi, R.A. 2000. Goiás. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.247-252.
- Ventura, J.A.; Costa, H.; Tatagiba, J.S. 2001. Sintomatologia da meleira do mamoeiro e sua importância para o “roguing”. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 26 (sup.), pp.536.
- Ventura, J.A.; Costa, H.; Tatagiba, J.S. 2004. Papaya diseases and integrated control. *In: Naqvi, S.A.M.H. (Ed.). Diseases of fruits and vegetables: diagnosis and management*. London: Klumer Academic Publishers. pp.201-268,

- Ventura, J.A.; Costa, H.; Tatagiba, J.S.; Andrade, J.S. 2003. Meleira do Mamoeiro: etiologia, sintomas e epidemiologia. *In*: Martins, D.S. (Ed.). Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória, ES: INCAPER, pp.267-276.
- White, I.A.; Elson-Harris, M.M. 1994. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. Wallingford, UK: CAB International; Camberra, 601p.
- Yokoyama, V.Y.; Miller, G.T.; Hartsell, P.L. 1992. Pest-free period and methyl bromide fumigation for control of walnut husk fly (Diptera, Tephritidae) in stone fruits exported to New Zealand. *Journal Economic Entomology*, 85: 150-156.
- Zahler, P.M. 1991. Moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em dois pomares de manga (*Mangifera indica*) no Distrito Federal: levantamento de espécies e flutuação populacional. *Revista Ceres*, 38: 206-216.
- Zucchi, R.A. 1978. Taxonomia das espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera, Tephritidae) assinaladas no Brasil. 105p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, SP.
- Zucchi, R.A. 1979. Novas espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 23: 35-41.
- Zucchi, R.A. 1989. Redescoberta de *Anastrepha fumipennis* Lima, 1934 e constatação de *A. pallidipennis* Greene, 1934 (Dip., Tephritidae) no Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Entomologia, 12., Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte, MG: Sociedade Entomológica do Brasil, pp.509.
- Zucchi, R.A. 2000. Taxonomia. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.13-24.
- Zucchi, R.A. 2001. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *In*: Vilela, E.F.; Zucchi, R.A.; Cantor, F. (Eds.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.15-22.
- Zucchi, R.A. 2007. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* en Brasil. *In*: Hernández-Ortiz, V. (Ed.). Moscas de las frutas en Latinoamérica

(Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo. México, D.F., pp.77-100.

Zucchi, R.A. 2011. Fruit flies in Brazil: *Anastrepha* species host plants and parasitoids. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso em: 17 fev. 2011.

Zucchi, R.A.; Silva, N.M.; Silveira Neto, S. 1996. *Anastrepha* species from the Brazilian Amazon: distribution, lost and lectotype designations. *In*: Steck, G.J.; McPherson, B.A. (Eds.). Fruit fly pests: a world assessment of their biology and management. Debray Beach: St. Lucie Press, pp.259-264.

CAPÍTULO 1

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

RESUMO

A riqueza e a distribuição geográfica das espécies de moscas-das-frutas foram estudadas de julho de 1993 a julho de 2010, em 288 localidades de 74 municípios do estado do Espírito Santo. Os tefritídeos do gênero *Anastrepha* foram coletados com armadilhas tipo McPhail, contendo 300 ml de proteína hidrolisada, a 5%, e *Ceratitis capitata* (Wied.) com armadilha Jackson com atrativo sexual trimedlure. Um total de 88.226 espécimes de *C. capitata* e 134.107 (80.972 fêmeas) de 41 espécies de *Anastrepha* foram capturados. A região Nordeste do Estado apresentou maior riqueza de espécies de *Anastrepha* (39) e a Sul-Caparaó a menor (12). *Ceratitis capitata* ocorreu em todas as regiões, tendo maior frequência nas mais elevadas que nas de baixas altitudes. Essa espécie e *Anastrepha fraterculus* (Wied.) foram as mais frequentes e, com *A. obliqua* (Macquart) e *A. distincta* Greene, foram as espécies com distribuição mais ampla. *Anastrepha barnesi* Aldrich, *A. daciformis* Bezzi e *A. mixta* Zucchi foram as mais raras. *Anastrepha atlantica* Uramoto & Zucchi, *A. glochin* Uramoto & Zucchi, *A. lanceola* Stone e *A. linharensis* Uramoto & Zucchi são restritas ao Espírito Santo. As espécies *A. barnesi*, *A. daciformis* e *A. parallela* (Wied.) foram registradas pela primeira vez no Estado. Uma chave para identificação das espécies de *Anastrepha* que ocorrem no estado do Espírito Santo é apresentada.

Palavras-chave: *Ceratitis capitata*, *Anastrepha*, tefritídeos, levantamento de espécies.

**DIVERSITY AND GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF FRUIT FLIES
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN ESPÍRITO SANTO STATE, BRAZIL**

ABSTRACT

This study deals with the richness and geographic distribution of species of fruit flies in different areas of Espírito Santo State. It was conducted from July 1993 to July 2010, including 288 localities of 74 municipalities. Tephritid flies were collected using McPhail traps containing 300 ml of hydrolyzed protein, 5%, and Jackson traps with trimedlure sexual attractant. A total of 88,226 specimens of *C. capitata* (Wied.) were captured as well as 134,107 (80,972 females) *Anastrepha* belonging to 41 species. The Northeast area had the largest richness of *Anastrepha* species (39 species), and Sul-Caparaó had the smallest (12). *Ceratitis capitata* occurred in all areas of the State. Its frequency was greater in areas of higher altitudes and smaller in low altitudes. *Ceratitis capitata* and *A. fraterculus* were the most common species, and together with *A. obliqua* (Macquart) and *A. distincta* Greene, they were of wider geographical distribution. *Anastrepha barnesi* Aldrich, *A. daciformis* Bezzi and *A. mixta* Zucchi were the rarest species. *Anastrepha atlantica* Uramoto & Zucchi, *A. glochin* Uramoto & Zucchi, *A. lanceola* Stone and *A. linharensis* Uramoto & Zucchi presented restricted geographical distribution in Espírito Santo. The species *A. barnesi*, *A. daciformis* and *A. parallela* (Wied.) were identified in the State for the first time. An identification key for the *Anastrepha* species that occur in the State is provided.

Key words: *Ceratitis capitata*, *Anastrepha*, tephritids, species survey.

INTRODUÇÃO

A família Tephritidae (Diptera) apresenta grande diversidade, com aproximadamente 4.500 espécies em todas as regiões temperadas e tropicais do mundo (Thompson, 1998). Algumas de suas espécies, causam expressivo impacto a produção e a exportação de frutas frescas, e, por essa razão, são consideradas as mais importantes pragas da fruticultura.

No Brasil, a maioria das espécies-praga de frutos desse grupo são dos gêneros *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Bactrocera* e *Rhagoletis*, sendo os dois primeiros os mais importantes. *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, é a única espécie do gênero no país com ocorrência restrita ao extremo Norte, nos municípios de Oiapoque (Amapá) (Malavasi, 2001) e, recentemente, com focos detectados em Almeirim (Pará) (Brasil, 2007) e Normandia (Roraima) (Brasil, 2011). Apenas quatro espécies do gênero *Rhagoletis* estão assinaladas para o Brasil, na região Sul (Zucchi, 2000).

Ceratitis capitata (Wied.) é a espécie mais cosmopolita e invasora entre os tefritídeos e a mais prejudicial à fruticultura, distribuída em quase todas as áreas tropicais e temperadas do mundo (Malavasi *et al.*, 2000). Foi introduzida no Brasil no início do século XX, provavelmente de frutos de café do continente africano (Ihering, 1901) e está largamente distribuída no país (Malavasi *et al.*, 2000; Zucchi, 2001).

O gênero *Anastrepha* é, tipicamente, Neotropical com algumas espécies ocorrendo no Sul da região Neártica. A maior parte de suas espécies é nativa das Américas Central e do Sul, com distribuição preferencial em florestas tropicais e subtropicais (Maddison & Bartlett, 1989). O Brasil apresenta a maior diversidade de espécies de *Anastrepha* (Hernández-Ortiz & Aluja, 1993; Aluja, 1999), com 109 espécies (Zucchi, 2011), com cerca de um terço de ocorrência exclusiva em seu território (Zucchi, 2007). Algumas espécies ocorrem em todas as regiões do país (Malavasi *et al.*, 2000; Zucchi, 2011).

O Espírito Santo apresenta uma das maiores diversidades de espécies de tefritídeos do país (Malavasi & Zucchi, 2000). Entretanto, a riqueza de espécies desse grupo deve ser maior, pois os trabalhos com moscas-das-frutas foram concentrados, basicamente, na região Norte, no Pólo de Produção de Mamão, principal fruta de exportação do Estado (Martins & Alves, 1988; Martins & Malavasi, 2003; Martins *et al.*, 1993, 2000a e 2005a). As demais regiões, mesmo

com número significativo de plantios de frutas tropicais, subtropicais e temperadas, pouco se sabe sobre a ocorrência das espécies de moscas-das-frutas. Recentemente, quatro novas espécies coletadas em remanescentes de Mata Atlântica no Norte do Espírito Santo foram descritas (Uramoto & Zucchi, 2010).

O objetivo deste trabalho foi ampliar o conhecimento sobre a riqueza e a distribuição geográfica das espécies de moscas-das-frutas em diversos ambientes e regiões e apresentar uma chave de identificação para aquelas que ocorrem no Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido de julho de 1993 a julho de 2010, em 288 localidades de 74 dos 78 municípios do estado do Espírito Santo, entre as latitudes 17°53'S e 21°18'S e longitudes 39°40'W e 41°53'W. As espécies de tefritídeos capturadas foram agrupadas em sete regiões com características climáticas homogêneas (Figura 1), utilizadas pelo Centro Capixaba de Meteorologia e Recursos Hídricos para previsões climáticas no estado do Espírito Santo (CECAM, 2011).

Os tefritídeos foram coletados com dois tipos de armadilhas, McPhail para espécimes do gênero *Anastrepha* e Jackson para *C. capitata*, em local sombreado sob as copas das plantas, a uma altura entre 2 e 6 m.

O atrativo alimentar nas armadilhas McPhail foi 300 ml de proteína hidrolisada de milho, estabilizada com bórax (pH entre 8,5 e 9,0) e diluída em água a 5%. As armadilhas permaneceram no campo por uma semana, após a qual os espécimes capturados foram recolhidos e quantificados, as armadilhas lavadas e o atrativo alimentar substituído. As amostras coletadas foram triadas, quantificadas e as fêmeas de *Anastrepha* fixadas em álcool 70% e mantidas em frascos etiquetados para identificação.

O atrativo sexual trimedlure foi utilizado nas armadilhas Jackson. Os espécimes capturados foram avaliados, semanalmente, e os de *C. capitata* contados e descartados. As iscas de trimedlure foram substituídas a cada seis semanas e os pisos adesivos, quinzenalmente, ou quando necessário.

As espécies de *Anastrepha* foram identificadas pela Dra. Keiko Uramoto do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP (DB/IB/USP). A chave de identificação das espécies

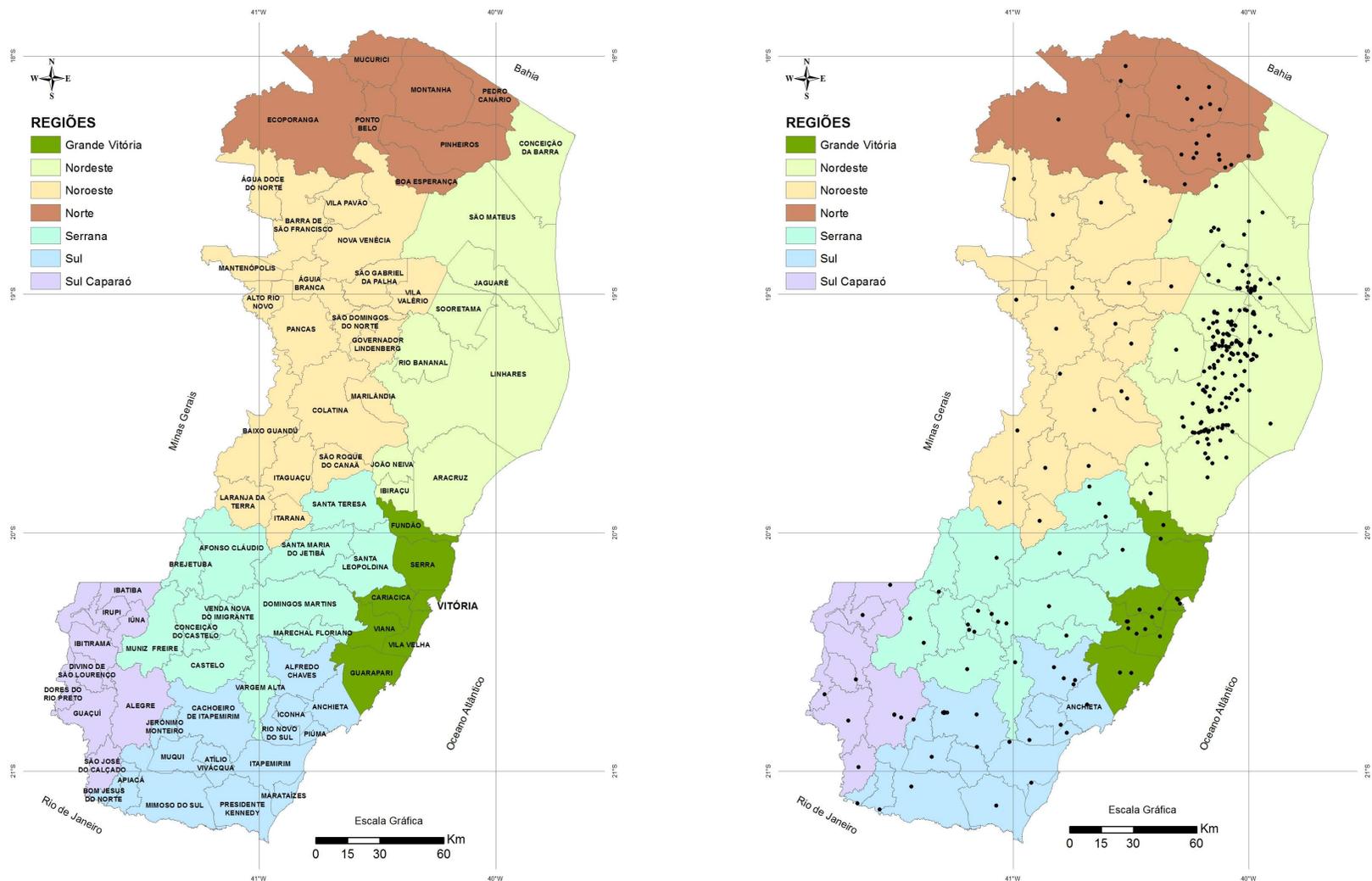


Figura 1. Mapa político do Espírito Santo com as regiões e locais de coletas (armadilhas instaladas) de moscas-das-frutas no período de 1993 a 2010.

de moscas-das-frutas foi elaborada tendo como base a chave de Uramoto (2007), utilizando caracteres morfológicos do padrão alar, tórax e ovipositor (acúleo) das fêmeas.

Os espécimes *voucher* foram depositados na coleção do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior Luiz de Queiroz (ESALQ/USP) e uma coleção sinótica de espécies de tefritídeos, no Museu Regional de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 219.917 espécimes de Tephritidae, sendo 134.107 do gênero *Anastrepha* e 88.226 de *C. capitata* foram coletados em todos os 74 municípios amostrados (Tabela 1), o que evidencia a ampla distribuição das espécies dessa família no Espírito Santo.

Tabela 1. Número de espécimes de *Ceratitis capitata* e *Anastrepha* spp., capturados de julho de 1993 a julho de 2010, em 288 localidades de 74 municípios do estado do Espírito Santo

Município	Período de avaliação (mês/ano)		Nº de pontos avaliados	Nº total de coletas (semanas avaliadas)	Nº total de espécimes de tefritídeos coletados		
	Início	Fim			<i>C. capitata</i> ¹	<i>Anastrepha</i> ²	Total
Região Norte	03/01	03/06	22	1.798	10.069	6.485	16.554
Boa Esperança	10/01	11/02	1	55	18	1.178	1.196
Ecoporanga	11/01	01/03	1	49	14	2.113	2.127
Montanha	03/01	03/06	7	506	1.059	486	1.545
Mucurici	10/01	02/03	2	87	2	73	75
Pinheiros	03/01	08/05	10	1050	8975	2.572	11.547
Ponto Belo	10/01	10/02	1	51	1	63	64
Região Nordeste	07/93	07/10	177	36.323	7.325	53.577	60.902
Aracruz	06/00	05/08	24	3.038	572	697	1.269
Ibiraçu	10/01	09/02	1	35	4	31	35
Jaguaré	03/01	04/08	22	1493	1.414	6.393	7.807
João Neiva	10/01	04/02	1	22	39	149	188
Linhares	06/93	07/10	84	24.668	3.827	34.046	
Rio Bananal	11/01	06/02	1	20	15	563	578
São Mateus	07/93	07/07	8	1213	84	7.812	7.896
Sooretama	12/00	07/10	36	5.834	1.370	3.886	5.256
Região Noroeste	03/98	01/03	20	1.133	1.410	9.903	11.313
Água Doce do Norte	12/01	01/03	1	46	520	496	1.016
Águia Branca	12/01	06/02	1	26	0	366	366

continua ...

... continuação.

Município	Período de avaliação (mês/ano)		Nº de pontos avaliados	Nº total de coletas (semanas avaliadas)	Nº total de espécimes de tefritídeos coletados		
	Início	Fim			<i>C. capitata</i> ¹	<i>Anastrepha</i> ²	Total
Alto Rio Novo	11/01	12/02	1	49	0	284	284
Baixo Guandu	10/01	04/02	1	21	106	486	592
Barra de São Francisco	12/01	06/02	1	28	0	7	7
Colatina	10/01	08/02	1	44	12	471	483
Governador Lindenberg	10/01	10/02	1	51	14	132	146
Itaguaçu	10/01	08/02	1	40	95	744	839
Itarana	10/01	07/02	1	33	71	637	708
Laranja da Terra	11/01	07/02	1	31	37	1.015	1.052
Marilândia	03/98	09/02	2	270	94	2.619	2.713
Nova Venécia	10/01	09/05	2	218	20	823	843
Pancas	11/01	11/02	1	50	15	683	698
São Domingos do Norte	10/01	10/02	1	51	111	38	149
São Gabriel da Palha	11/01	12/02	1	34	3	148	151
São Roque do Canaã	10/01	11/02	1	57	311	206	517
Vila Pavão	10/01	10/02	1	52	0	332	332
Vila Valério	11/01	12/02	1	32	1	416	417
Região Grande Vitória	08/97	06/09	16	1.443	13.627	10.492	24.119
Cariacica	11/01	07/02	2	21	9	306	315
Fundão	10/01	09/02	1	36	5	74	79
Guarapari	10/01	11/07	2	57	151	485	636
Serra	10/02	12/02	1	8	0	73	73
Viana	08/97	06/09	6	1.225	11.991	8.372	20.363
Vila Velha	11/01	11/01	1	1	2	3	5
Vitória	02/98	11/08	3	95	1.469	1.179	2.648
Região Serrana	08/97	07/09	19	2.133	38.584	28.152	66.736
Afonso Cláudio	10/01	12/02	1	33	1.046	501	1.547
Brejetuba	10/01	12/02	1	33	4.998	1.394	6.392
Castelo	10/01	10/02	1	49	822	555	1.377
Conceição do Castelo	10/01	10/02	1	49	2.965	538	3.503
Domingos Martins	08/97	06/09	3	666	3.509	2.529	6.038
Marechal Floriano	11/01	07/02	1	30	565	179	744
Muniz Freire	10/01	05/02	1	27	601	451	1.052
Santa Leopoldina	10/01	12/01	1	8	105	86	191
Santa Maria de Jetiba	11/01	12/02	1	47	380	60	440
Santa Teresa	08/98	09/02	3	117	2.010	2.231	4.241
Vargem Alta	10/01	01/03	1	65	7.350	3.435	10.785
Venda Nova do Imigrante	08/97	07/09	4	1.009	14.233	16.193	30.426
Região Sul Caparaó	08/98	08/02	10	305	11.419	4.381	15.800
Alegre	08/98	11/01	3	80	201	615	816
Divino São Lourenço	11/01	08/02	1	40	2.554	431	2.985
Dores do Rio Preto	11/01	08/02	1	40	4.034	1.590	5.624
Guaçu	11/01	08/02	1	39	490	299	789
Ibatiba	10/01	04/02	1	22	216	524	740
Irupi	11/01	03/02	1	19	608	569	1.177
Iuna	10/01	04/02	1	26	129	157	286
São José do Calçado	11/01	08/02	1	39	3.187	196	3.383

continua...

Município	Período de avaliação (mês/ano)		Nº de pontos avaliados	Nº total de coletas (semanas avaliadas)	Nº total de espécimes de tefritídeos coletados		
	Início	Fim			<i>C. capitata</i> ¹	<i>Anastrepha</i> ²	Total
Região Sul	05/98	09/09	24	2.224	5.792	21.117	26.909
Alfredo Chaves	05/98	09/09	4	1.185	2.501	13.425	15.926
Anchieta	10/01	11/02	1	48	480	235	715
Apiacá	11/01	09/02	1	46	21	20	41
Atílio Vivacqua	10/01	01/03	1	65	292	1.022	1.314
Bom Jesus do Norte	11/01	09/02	1	46	145	13	158
Cachoeiro de Itapemirim	10/01	03/09	7	469	1.321	4.241	5.562
Iconha	11/01	09/02	1	45	58	72	130
Itapemirim	11/01	09/02	1	45	16	97	113
Jerônimo Monteiro	10/01	11/01	1	4	607	12	619
Marataizes	11/01	09/02	1	45	9	16	25
Mimoso do Sul	11/01	09/02	1	46	136	1.398	1.534
Muqui	11/01	09/02	1	46	41	33	74
Piuma	11/01	09/02	1	45	79	37	116
Presidente Kennedy	11/01	09/02	1	45	23	206	229
Rio Novo do Sul	11/01	09/02	1	44	63	289	352
Total			288	45.359	88.226	134.107	222.333

- Total de espécimes machos e fêmeas obtido: ¹ de *C. capitata* em armadilhas McPhail e Jackson; ² de *Anastrepha* spp. em armadilha McPhail.

As espécies *Anastrepha alveata* Stone, *A. amita* Zucchi, *A. antunesi* Lima, *A. atlantica* Uramoto & Zucchi, *A. bahiensis* Lima, *A. barbiellinii* Lima, *A. barnesi* Aldrich, *A. bezzii* Lima, *A. bondari* Lima, *A. consobrina* (Loew), *A. daciformis* Bezzi, *A. dissimilis* Stone, *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wied.), *A. fumipennis* Lima, *A. furcata* Lima, *A. glochin* Uramoto & Zucchi, *A. grandis* (Macquart), *A. lanceola* Stone, *A. leptozona* Hendel, *A. linharensis* Uramoto & Zucchi, *A. lutzi* Lima, *A. manihoti* Lima, *A. martinsi* Uramoto & Zucchi, *A. minensis* Lima, *A. mixta* Zucchi, *A. montei* Lima, *A. nascimentoi* Zucchi, *A. obliqua* (Macquart), *A. parallela* (Wied.), *A. pickeli* Lima, *A. pseudoparallela* (Loew), *A. quararibae* Lima, *A. quiinae* Lima, *A. sagittifera* Zucchi, *A. serpentina* (Wied.), *A. sororcula* Zucchi, *A. submunda* Lima, *A. tumida* Stone, *A. zenildae* Zucchi e *A. zernyi* Lima foram identificadas de um total de 80.972 fêmeas de *Anastrepha* examinadas (Tabela 2).

O Espírito Santo apresenta alta riqueza de espécies de *Anastrepha* (Martins *et al.*, 2000a; Uramoto & Martins, 2004; Martins *et al.*, 2005a; Uramoto, 2007; Uramoto & Zucchi, 2010). Com os primeiros registros de *A. barnesi*, *A. daciformis* e *A. parallela*, esse Estado passa a contar com 41 espécies conhecidas, o que representa a maior diversidade de *Anastrepha* do país, seguido por São Paulo (35),

Amazonas e Bahia (31), Rio de Janeiro (28) e Minas Gerais, Santa Catarina e Amapá com 25 espécies (Zucchi, 2011).

Tabela 2. Distribuição das espécies de tefritídeos coletadas nas regiões do estado do Espírito Santo. Período de julho/1993 a julho/2010

Espécies	Regiões do estado do Espírito Santo							Total
	Norte	Nor- deste	Noro- este	Grande Vitória	Serrana	Sul Caparaó	Sul	
<i>A. alveata</i>	-	5	-	-	-	-	-	5
<i>A. amita</i>	-	17	-	46	-	-	36	99
<i>A. antunesi</i>	-	286	-	-	-	-	-	286
<i>A. atlantica</i>	1	26	-	-	-	-	-	27
<i>A. bahiensis</i>	32	796	5	25	2	1	84	945
<i>A. barbiellinii</i>	-	127	4	4	1	2	9	147
<i>A. barnesi</i>	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>A. bezzii</i>	-	77	-	-	-	-	-	77
<i>A. bondari</i>	-	29	-	-	-	-	-	29
<i>A. consobrina</i>	1	6	1	8	2	-	26	44
<i>A. daciformis</i>	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>A. dissimilis</i>	-	1	2	-	-	-	13	16
<i>A. distincta</i>	350	977	357	883	332	281	604	3.784
<i>A. fraterculus</i>	1.773	21.289	3.026	3.238	15.521	1.697	8.870	55.414
<i>A. fumipennis</i>	-	928	-	-	-	-	-	928
<i>A. furcata</i>	-	18	-	-	-	-	-	18
<i>A. glochin</i>	-	20	-	-	-	-	-	20
<i>A. grandis</i>	-	11	244	3	64	16	28	366
<i>A. lanceola</i>	-	18	-	-	1	-	-	19
<i>A. leptozona</i>	-	35	1	1	-	-	526	563
<i>A. linharensis</i>	-	12	-	-	-	-	-	12
<i>A. lutzii</i>	-	6	-	-	-	-	-	6
<i>A. manihoti</i>	7	51	20	25	1	2	13	119
<i>A. martinsi</i>	-	5	-	1	-	-	-	6
<i>A. minensis</i>	1	12	-	-	-	-	1	14
<i>A. mixta</i>	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>A. montei</i>	96	26	13	10	8	1	7	161
<i>A. nascentoi</i>	-	7	-	-	-	-	1	8
<i>A. obliqua</i>	1.007	3.471	2.001	2.120	441	46	1.595	10.681
<i>A. paralela</i>	-	911	-	-	-	-	-	911
<i>A. pickeli</i>	286	666	23	99	14	4	54	1.146
<i>A. pseudoparalela</i>	6	189	48	4	8	6	107	368
<i>A. quararibae</i>	-	10	-	-	-	-	-	10
<i>A. quiinae</i>	-	7	-	-	-	-	-	7
<i>A. sagittifera</i>	-	6	-	-	-	-	-	6
<i>A. serpentina</i>	11	689	12	33	1	3	3.095	3.844
<i>A. sororcula</i>	4	71	1	417	70	3	12	578
<i>A. submunda</i>	-	15	-	-	-	-	-	15
<i>A. tumida</i>	-	2	-	-	-	-	-	2
<i>A. zenilda</i>	3	125	31	23	2	-	100	284
<i>A. zernyi</i>	-	4	-	-	-	-	-	4
Nº de exemplares	3.578	30.952	5.789	6.941	16.468	2.062	15.182	80.972
Nº de espécies	14	39	16	18	15	12	19	41
Índice de coleta (MAD)¹	1,57	0,68	1,47	0,57	2,13	2,24	0,79	1,34
<i>Ceratitis capitata</i>	10.069	7.325	1.410	13.627	38.584	11.419	5.792	88.226
Índice de coleta (MAD)¹	0,01	0,02	0,12	0,10	2,70	2,74	0,86	0,95

¹ Nº médio de MAD (moscas/armadilha/dia) macho e fêmea.

A diferença de riqueza de *Anastrepha* nas regiões do estado do Espírito Santo pode ter sido influenciada, principalmente, pelo esforço de amostragem, observado no número de pontos de coleta (Tabela 2) e pelo grande número de pontos de amostragem em cultivos comerciais de mamão (região Norte), hospedeiro não preferencial de moscas-das-frutas (Martins *et al.*, 2005b). Além disso, estão as coletas em duas áreas naturais remanescentes de Mata Atlântica, a Reserva Natural Vale e a Floresta Nacional dos Goytacazes, no município de Linhares (região Norte).

A região Nordeste, apresentou a maior riqueza de espécies de *Anastrepha* (39), seguida pela Sul (19) e Grande Vitória (18). A região Sul-Caparaó teve a menor riqueza (12).

Vinte e sete espécies de tefritídeos foram coletadas nas duas áreas de Mata Atlântica. Esta alta riqueza nesses ambientes naturais corrobora os encontrados em florestas tropicais da Amazônia brasileira (Costa, 2005), Índia (Drew & Raghu, 2002), Nova Guiné (Novotny *et al.*, 2005) e Quênia (Copeland *et al.*, 2005).

A. bahiensis, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. manihoti*, *A. montei*, *A. obliqua*, *A. pickeli*, *A. pseudoparallela*, *A. serpentina* e *A. sororcula*, apresentaram ampla distribuição em todas as regiões do Estado (Tabela 2).

A maioria das espécies consideradas raras, que apresentam poucos indivíduos quando presentes nos levantamentos, ocorreram, exclusivamente, na região Norte - *A. alveata*, *A. antunesi*, *A. bezzii*, *A. bondari*, *A. fumipennis*, *A. furcata*, *A. glochin*, *A. linharensis*, *A. lutzii*, *A. mixta*, *A. parallela*, *A. quararibae*, *A. quiinae*, *A. sagittifera*, *A. submunda*, *A. túmida* e *A. zernyi*.

A. fraterculus, *A. obliqua* e *A. distincta* apresentaram a maior distribuição geográfica no Estado, ocorrendo na maioria dos municípios amostrados (Figura 2). Estas três espécies, com *A. sororcula*, *A. zenildae*, *A. serpentina* e *A. leptozona*, constituem as espécies com maior distribuição e hospedeiros conhecidos no país (Zucchi, 2007 e 2011).

A. atlantica, *A. glochin*, *A. lanceola* e *A. linharensis* têm distribuição restrita ao estado do Espírito Santo (Uramoto & Zucchi, 2010; Zucchi, 2011).

A. fraterculus foi a espécie mais frequente com 68,4% dos espécimes coletados, seguida por *A. obliqua* (13,2%), *A. serpentina* (4,8%) e *A. distincta* (4,7%) (Tabela 3). *A. barnesi*, *A. daciformis* e *A. mixta* foram as mais raras, com apenas um espécime capturado nos 17 anos de coletas.

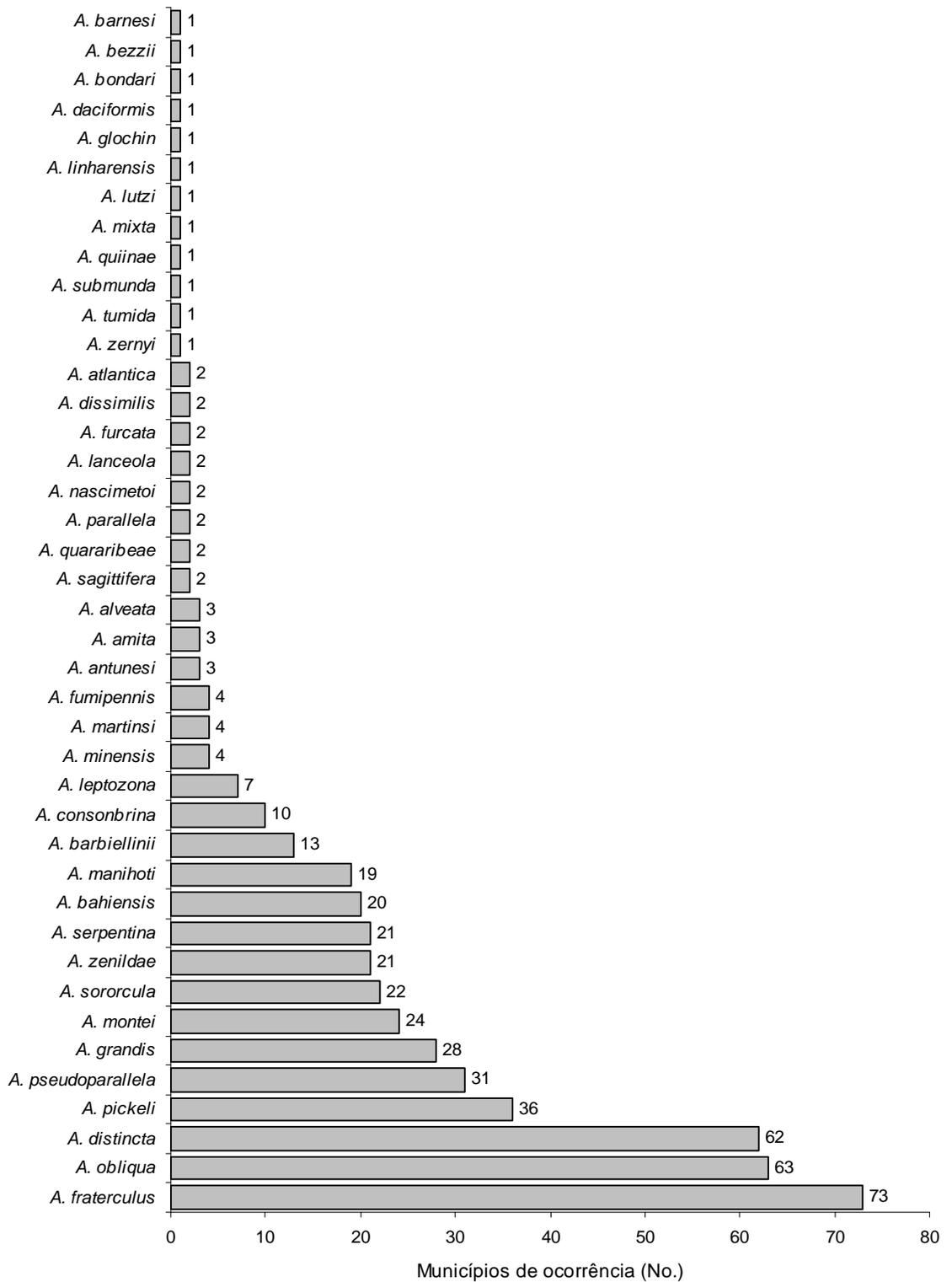


Figura 2. Número de municípios de ocorrência por espécie de *Anastrepha* coletadas no estado do Espírito Santo, no período de julho/1993 a julho/2010 (74 municípios amostrados).

Tabela 3. Espécies de *Anastrepha* mais comuns no estado do Espírito Santo, coletadas no período de julho/1993 a julho/2010

Espécies	Nº de espécimes coletados	Frequência (%)
<i>A. fraterculus</i>	55.414	68,44
<i>A. obliqua</i>	10.681	13,19
<i>A. serpentina</i>	3.844	4,75
<i>A. distincta</i>	3.784	4,67
<i>A. pickeli</i>	1.146	1,42
<i>A. bahiensis</i>	945	1,17
<i>A. fumipennis</i>	928	1,15
<i>A. parallela</i>	911	1,13
Outras (33 espécies com frequência < 1%)	3.319	4,10
Total	80.972	100,0

C. capitata apresentou ampla distribuição em todas as regiões do Estado, mas sua frequência variou com a altitude, sendo alta nas regiões Serrana e Sul-Caparaó, acima de 600 m (2,70 e 2,74 MAD, respectivamente), e baixa nas regiões Norte, Nordeste e Noroeste com altitudes abaixo de 500m (0,01; 0,02 e 0,12 MAD, respectivamente).

Como a distribuição geográfica dos tefritídeos está relacionada a de seus hospedeiros (Malavasi *et al.*, 2000, Selivon, 2000), sendo provável que o cultivo do café arábica (*Coffea arabica* L.) nas regiões mais altas, e do ‘Conilon’ (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) nas regiões de baixa altitude, seja um dos principais fatores de influência nesta variação. O café arábica é excelente hospedeiro de *C. capitata*, o que não ocorre com o café ‘Conilon’ (Martins *et al.*, 2000b; Raga *et al.*, 1996 e 2002).

Das oito espécies de moscas-das-frutas citadas mais importantes para a fruticultura brasileira (Zucchi, 2000), sete ocorrem amplamente no Espírito Santo: *C. capitata*, *A. fraterculus*, *A. grandis*, *A. obliqua*, *A. pseudoparallela*, *A. sororcula* e *A. zenildae*. Destas, *C. capitata*, *A. fraterculus* e *A. obliqua*, são as que causam maiores danos a fruticultura brasileira (Calkins & Malavasi, 1995; Morgante, 1991) e, juntamente com *A. grandis* e *A. sororcula* são as mais importantes sob o ponto de vista quarentenário (Nascimento *et al.*, 1993).

As espécies quarentenárias de *Anastrepha*, segundo o Serviço de Inspeção de Saúde Animal e Vegetal do Departamento Norte-Americano de Agricultura

(APHIS/USDA), são *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. grandis*, *A. serpentina*, *A. striata*, *A. ludens* e *A. suspensa* (A. Malavasi - Comunicação pessoal). Estas duas últimas não ocorrem na América do Sul (Malavasi *et al.*; 2000). A espécie *A. striata*, apesar de sua ampla distribuição geográfica e abundância no continente sulamericano (Malavasi *et al.*; 2000; Zucchi, 2011), não ocorreu no Espírito Santo.

A. grandis, de importância quarentenária para exportação de cucurbitáceas para países do MERCOSUL, por ocorrer em várias regiões do estado do Espírito Santo, pode dificultar uma futura aplicação do programa de Sistema de Mitigação de Risco, que vem sendo preconizado pelo MAPA para exportação desses frutos.

O período de coleta e o número de municípios abrangidos mostram que este levantamento populacional de moscas-das-frutas é o mais completo no estado do Espírito Santo e, provavelmente, o mais representativo do Brasil. A maioria dos levantamentos efetuados tem sido realizado, somente, em alguns municípios e, muitas vezes, baseado em amostras esporádicas. Os estudos mais intensivos foram desenvolvidos apenas nos estados de Goiás (40 municípios) e São Paulo (94 municípios) (Zucchi, 2007).

Chave ilustrada para identificação das espécies de *Anastrepha* registradas no estado do Espírito Santo

As figuras das espécies constatadas no estado do Espírito Santo, incluídas na chave, mostram os caracteres mais importantes para a identificação de cada espécie. Figuras de outros caracteres foram acrescentadas, e, embora não mencionados na chave, podem contribuir para uma melhor caracterização da espécie, como os dentículos da membrana eversível.

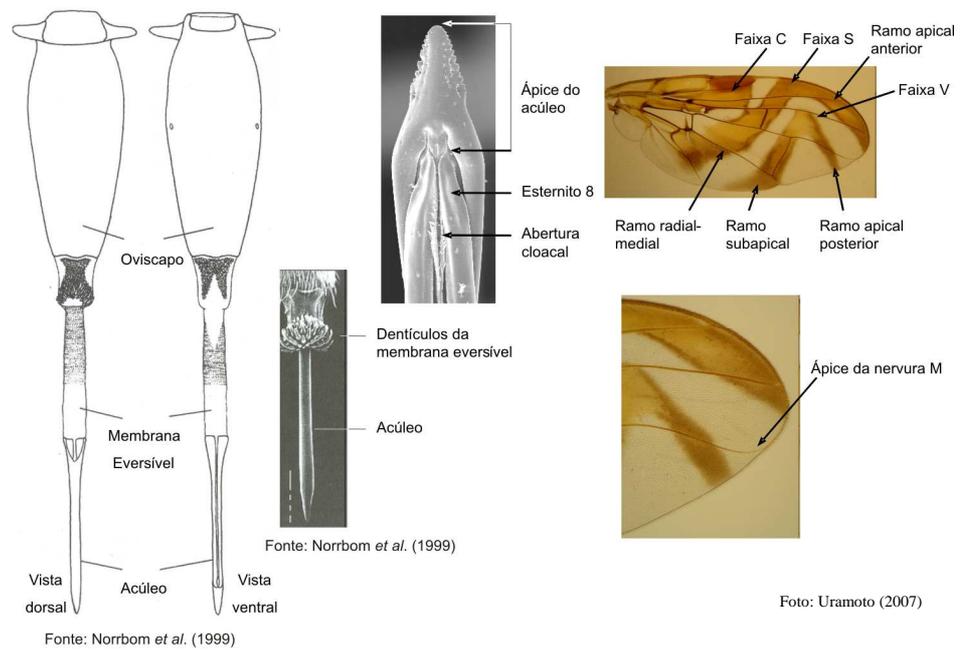


Figura 1. Principais caracteres utilizados na chave de identificação.

1. Asa com faixa costal estendendo-se por toda margem anterior, sem área hialina distinta no ápice da nervura R_1 2

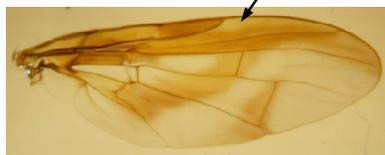


Foto: Uramoto (2007)

- 1'. Asa com faixa costal não se estendendo por toda margem anterior, com distinta área hialina no ápice da nervura R_1 4



Foto: Uramoto (2007)

2(1). Asa sem a faixa S *A. daciformis* **Bezzi**



Foto: Uramoto (2002)

2'. Asa com a faixa S 3

3(2'). Nervura R_{2+3} sinuosa; mesonoto sem faixas negras; mediotergito totalmente amarelado *A. bezzii* **Lima**

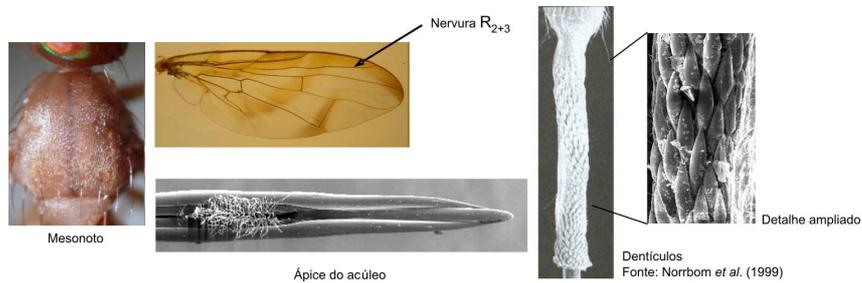


Foto: Uramoto (2007)

3'. Nervura R_{2+3} não sinuosa; mesonoto com faixas negras sublaterais; mediotergito com manchas laterais negras *A. grandis* (**Macquart**)

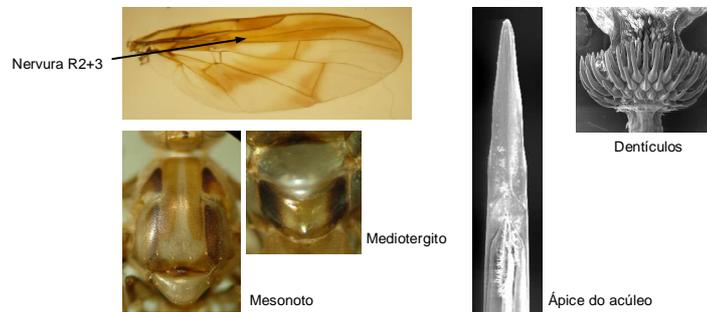


Foto: Uramoto (2007)

4(1'). Acúleo com menos de 0,07 mm de largura 5

4'. Acúleo com mais de 0,07 mm de largura 7

5(4). Acúleo com menos de 2,5 mm de comprimento; ápice do acúleo liso *A. montei* **Lima**

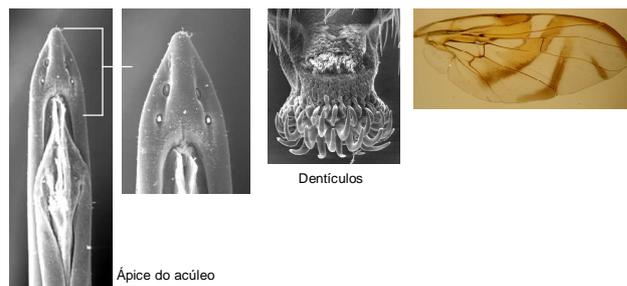


Foto: Uramoto (2007)

- 5'. Acúleo com mais de 2,5 mm de comprimento; ápice do acúleo denteado 6
- 6(5'). Faixa V apenas com o ramo proximal; ápice do acúleo sagitada (em forma de seta) ***A. sagittifera* Zucchi**

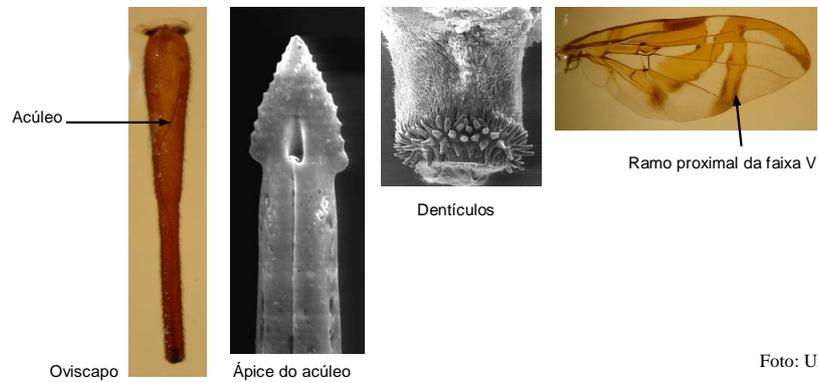


Foto: Uramoto (2007)

- 6'. Faixa V com os dois ramos; ápice do acúleo não sagitada ***A. zernyi* Lima**

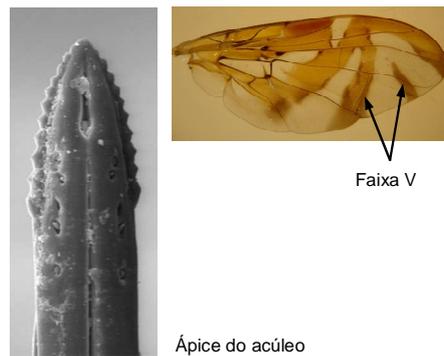


Foto: Uramoto (2007)

- 7(4'). Mesonoto e abdome escuros com faixas amareladas; faixa V com o ramo distal ausente ***A. serpentina* (Wied.)**

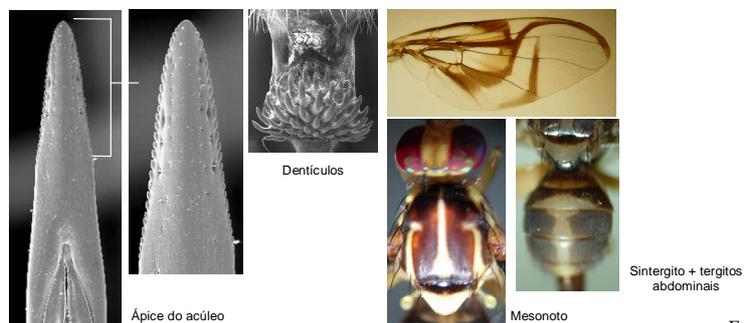


Foto: Uramoto (2007)

- 7'. Mesonoto e abdome predominantemente amarelados 8
- 8(7'). Asa com faixas marrom-escuras; porção basal da faixa S com reentrância triangular; acúleo com acentuada curvatura dorsal ***A. furcata* Lima**

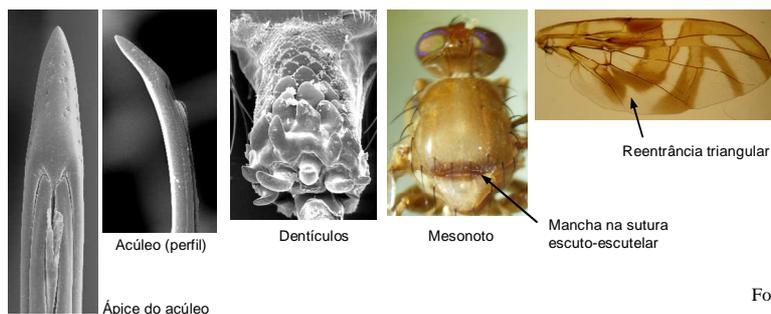


Foto: Uramoto (2007)

- 8'. Asa com faixas marrom-claras e/ou amareladas 9
- 9(8'). Célula bm inteiramente escurecida; ápice do acúleo arredondado ***A. fumipennis* Lima**

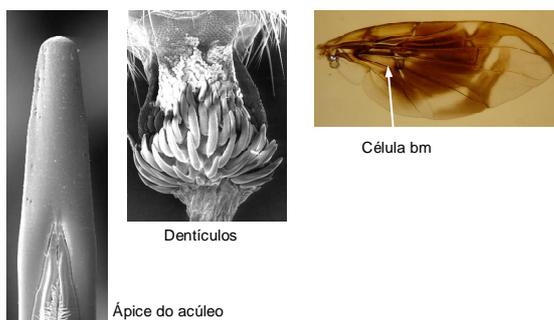


Foto: Uramoto (2007)

- 9'. Célula bm hialina 10
- 10(9). Mediotergito e/ou subescutelo sem manchas negras laterais 11

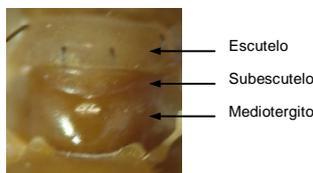


Foto: Uramoto (2007)

- 10'. Mediotergito e/ou subescutelo com manchas negras laterais 34

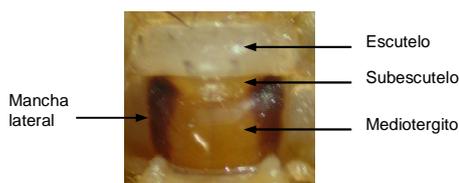


Foto: Uramoto (2007)

- 11(10). Asa com faixas C e S separadas 12

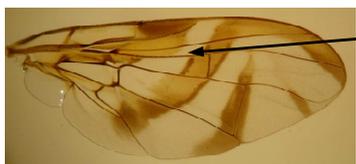


Foto: Uramoto (2007)

- 11'. Asa com faixas C e S unidas ao nível da nervura R₄₊₅ 21

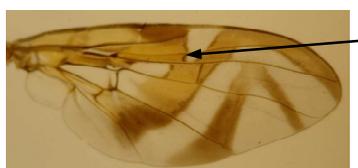
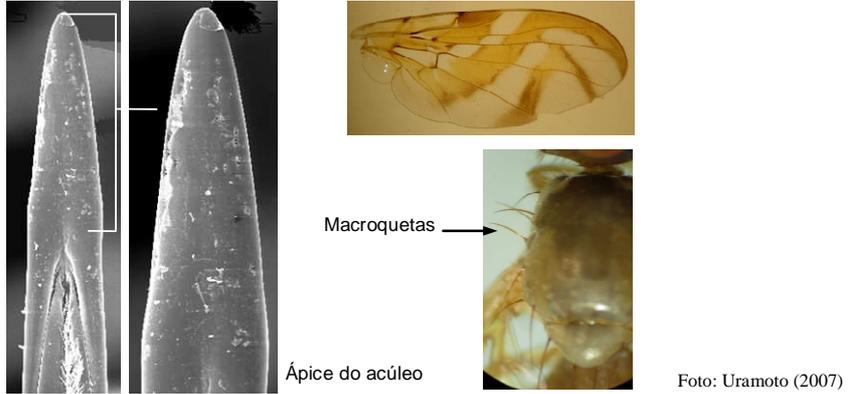
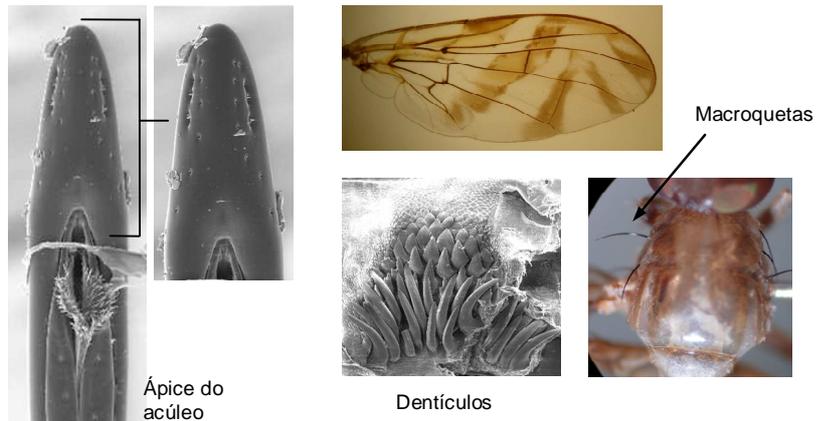


Foto: Uramoto (2007)

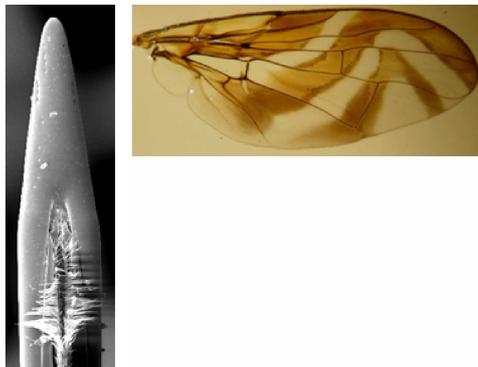
- 12(11). Ápice do acúleo liso 13
 12'. Ápice do acúleo denteado (às vezes com dentes inconspícuos) 16
 13(12). Ápice do acúleo menor que 4,0 mm de comprimento 14
 13'. Ápice do acúleo maior ou igual a 4,5 mm de comprimento 15
 14(13). Tórax com macroquetas amareladas *A. quararibae* Lima



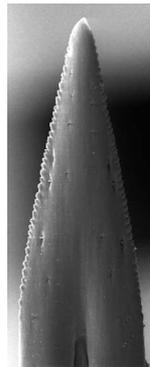
- 14'. Tórax com macroquetas negras *A. submunda* Lima



- 15(13'). Acúleo com 4,5 – 6,0 mm de comprimento; nervura R_{2+3} sinuosa
 *A. parallela* (Wied.)



- 15'. Acúleo maior que 8 mm de comprimento; nervura R_{2+3} não sinuosa ***A. barnesi* Aldrich**
- 16(12'). Acúleo maior que 4 mm de comprimento 17
- 16'. Acúleo menor que 4 mm de comprimento 18
- 17(16). Ápice com dentes pequenos, estendendo-se até a proximidade da abertura da cloaca ***A. consobrina* (Loew)**



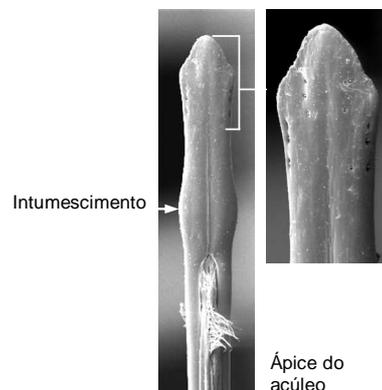
Ápice do acúleo



Denticulos

Foto: Uramoto (2007)

- 17'. Ápice com dentes inconspícuos sobre 1/5 apical e com um intumescimento próximo à abertura cloacal ***A. lanceola* Stone**



Intumescimento

Ápice do acúleo

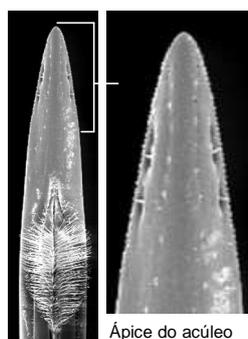


Denticulos



Foto: Uramoto (2007)

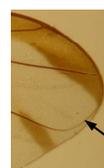
- 18(16'). Ápice da nervura M acentuadamente curvada atingindo a faixa S ***A. leptozona* Hendel**



Ápice do acúleo



Denticulos



Ápice da nervura M

Foto: Uramoto (2007)

- 18'. Ápice da nervura M levemente curvada não atingindo a faixa S 19
 19(18'). Ápice do acúleo com dentes inconspícuos sobre menos da metade apical;
 comprimento do ápice aproximadamente $\frac{1}{4}$ do total do acúleo
 ***A. minensis* Lima**

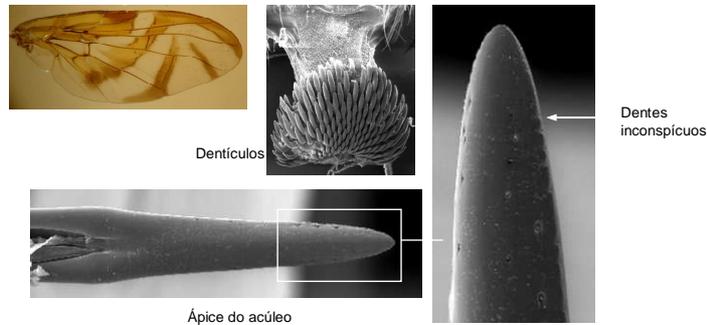


Foto: Uramoto (2007)

- 19'. Ápice do acúleo com numerosos dentes que se estendem sobre mais da
 metade apical 20
 20(19'). Base do ápice do acúleo nitidamente mais larga que na porção mediana; sem
 dentes basais na parte interna à margem ***A. dissimilis* Stone**

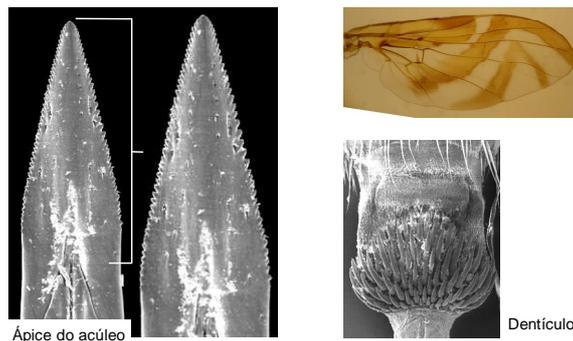


Foto: Uramoto (2007)

- 20'. Base do ápice do acúleo aproximadamente com a mesma largura da porção
 mediana; com alguns dentes basais na parte interna à margem
 ***A. pseudoparallela* (Loew)** em parte
 21(11'). Ápice do acúleo com intumescimento logo após a abertura da cloaca
 ***A. tumida* Stone**



Fonte: Hernández-Ortiz *et al.* (1992)

- 21'. Ápice do acúleo sem intumescimento 22
 22(21'). Ápice do acúleo com 0,06 - 0,08 mm de comprimento com dentes em mais da metade apical **A. atlantica Uramoto & Zucchi**

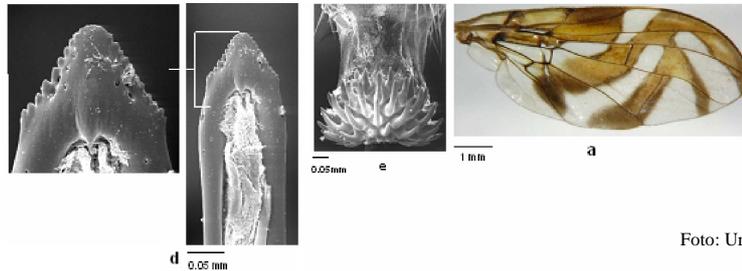


Foto: Uramoto e Zucchi (2010)

- 22'. Ápice do acúleo com mais de 0,1mm de comprimento 23
 23(22'). Ápice do acúleo com dentes, no mínimo, até a metade apical 24
 23'. Ápice do acúleo sem dentes ou com dentes sobre menos da metade apical 33
 24(23). Ápice do acúleo com dentes estendendo-se até o nível da abertura da cloaca ou ultrapassando-a 25
 24'. Ápice do acúleo com dentes não se estendendo até o nível da abertura cloacal 29
 25(24). Ápice do acúleo com mais de 2,4 mm de comprimento, com aspecto geral de um triângulo **A. lutzi Lima**

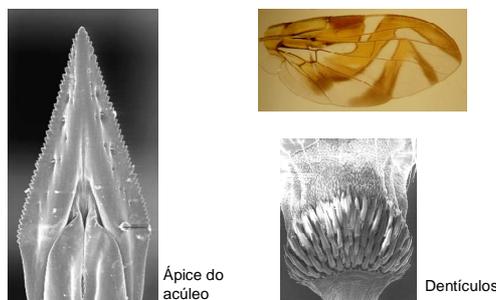


Foto: Uramoto (2007)

- 25'. Ápice do acúleo com menos de 2,4 mm 26
 26(25'). Ápice do acúleo alargado na base 27
 26'. Ápice do acúleo não alargado na base 28
 27(26). Ápice do acúleo com constrição antes da serra **A. manihoti Lima**

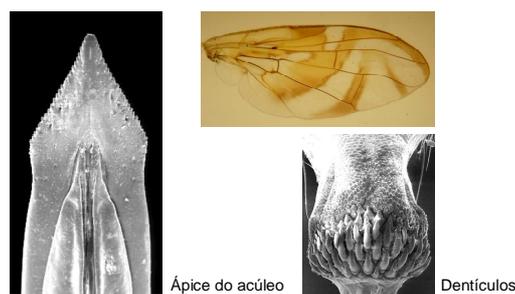


Foto: Uramoto (2007)

27'. Ápice do acúleo sem constrição antes da serra *A. nascimentoi* **Zucchi**

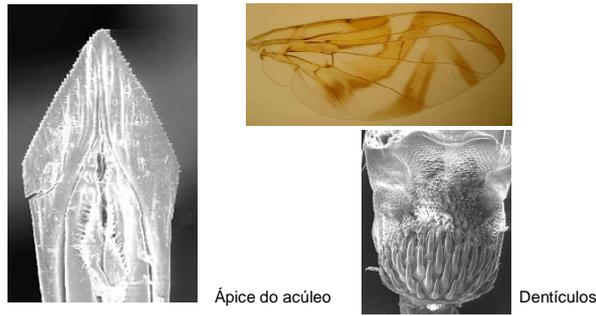


Foto: Uramoto (2007)

28(26'). Ápice do acúleo com a parte lateral voltada para cima *A. alveata* **Stone**

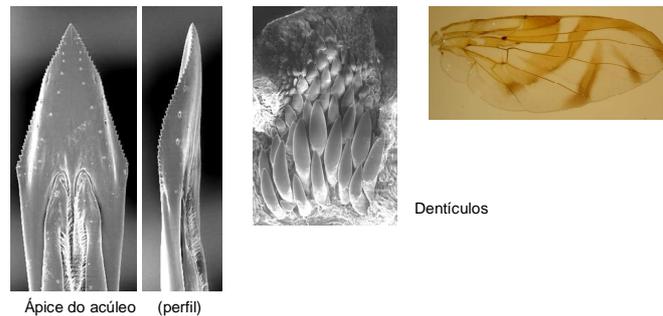


Foto: Uramoto (2007)

28'. Ápice do acúleo com os lados retos *A. pickeli* **Lima**

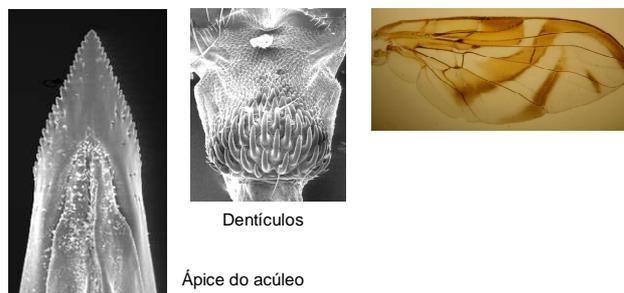


Foto: Uramoto (2007)

29(24'). Acúleo com menos de 3,5 mm de comprimento 30

29'. Acúleo com 4,0 mm ou mais de comprimento 31

30(29). Ápice do acúleo com cerca de 5 dentes conspícuos *A. antunesi* **Lima**

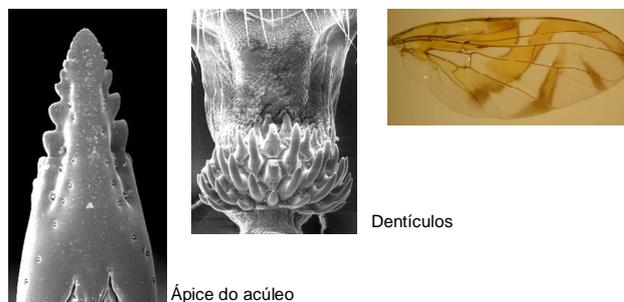


Foto: Uramoto (2007)

30'. Ápice do acúleo com numerosos dentes e alguns basais na parte interna à margem *A. pseudoparallela* **(Loew)** em parte

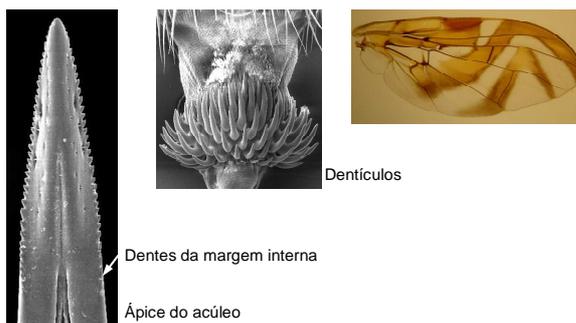


Foto: Uramoto (2007)

31(29'). Ápice do acúleo com a base da serra abruptamente alargada, de modo a assumir um aspecto triangular; dentes evidentes e separados ***A. glochin* Uramoto & Zucchi**

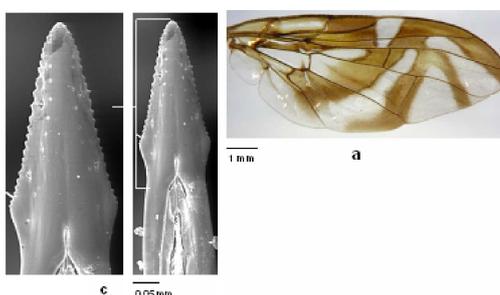


Foto: Uramoto e Zucchi (2010)

31'. Ápice do acúleo com a base da serra pouco alargada; dentes diminutos 32

32(31'). Ápice do acúleo com constrição evidente na base da serra; asa com o vértice da faixa V estendendo-se por toda a largura da célula r_{4+5} ***A. martinsi* Uramoto & Zucchi**

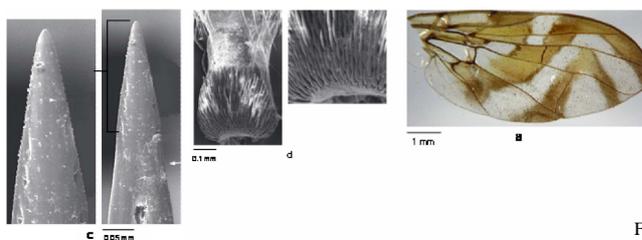


Foto: Uramoto e Zucchi (2010)

32'. Ápice do acúleo sem constrição na base da serra; asa com o vértice da faixa V não se estende por toda a largura da célula r_{4+5} ***A. mixta* Zucchi**

33(23'). Acúleo com 4,2 – 4,7 mm de comprimento, ápice liso ***A. bondari* Lima**

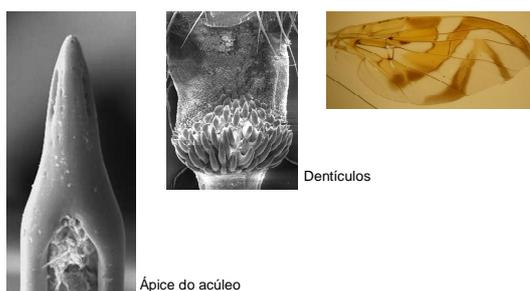


Foto: Uramoto (2007)

- 33'. Acúleo com 2,0 – 2,5 mm de comprimento, ápice com dentes diminutos sobre 1/5 apical **A. barbiellinii** Lima

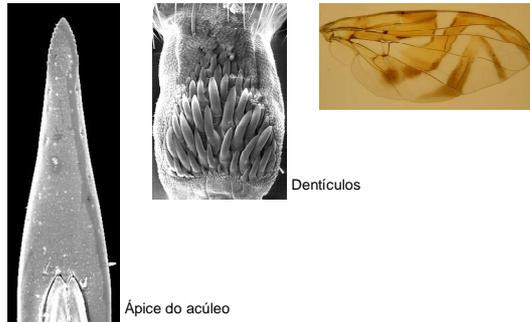


Foto: Uramoto (2007)

- 34(10'). Ápice do acúleo liso **A. quinae** Lima

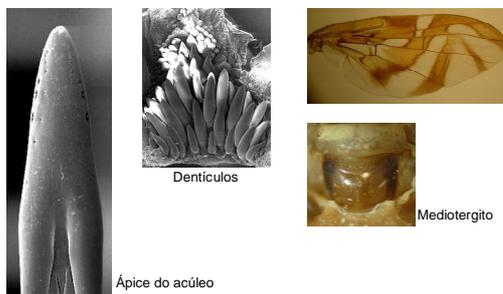


Foto: Uramoto (2007)

- 34'. Ápice do acúleo denteado 35
- 35(34'). Ápice do acúleo com dentes sobre menos da metade apical 36
- 35'. Ápice do acúleo com dentes, no mínimo, até a metade apical 38
- 36(35). Acúleo com mais de 2,0 mm de comprimento **A. distincta** Greene

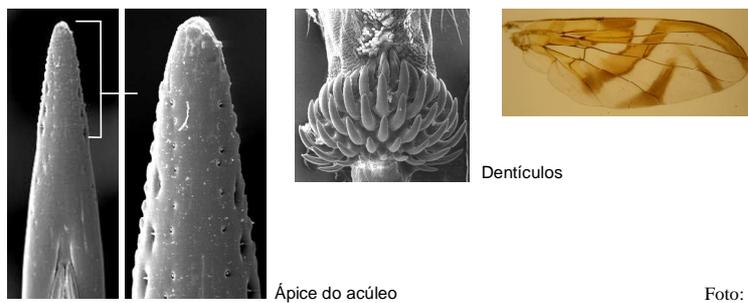


Foto: Uramoto (2007)

- 36'. Acúleo com menos de 2,0 mm de comprimento 37
- 37(36'). Ápice do acúleo com dentes salientes, com 0,28 mm de comprimento **A. bahiensis** Lima

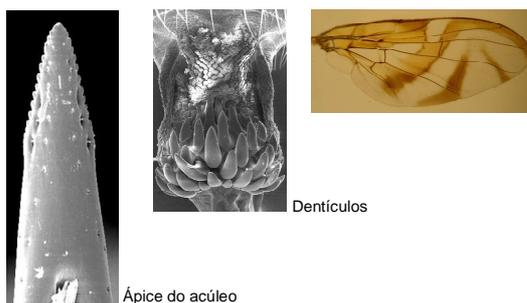
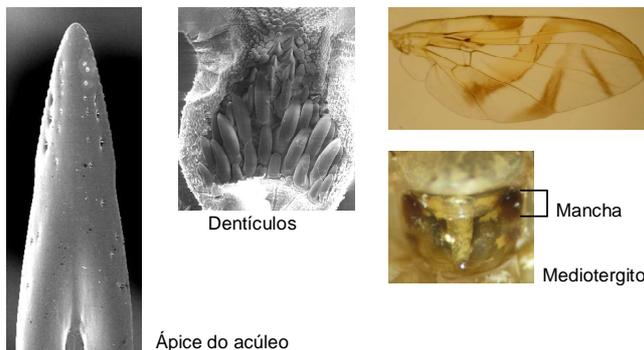


Foto: Uramoto (2007)

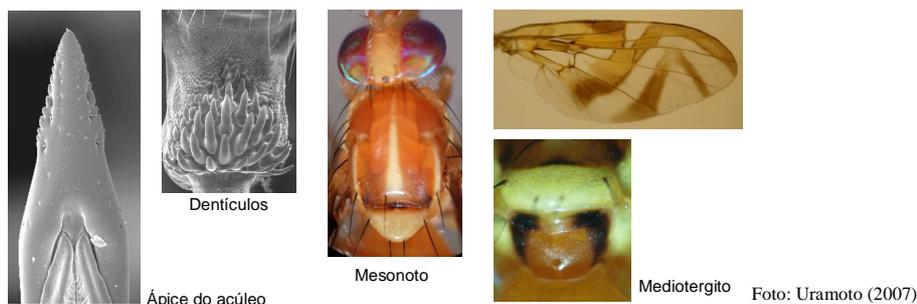
- 37'. Ápice do acúleo com dentes inconspícuos e arredondados, com 0,4 mm de comprimento ***A. amita* Zucchi**



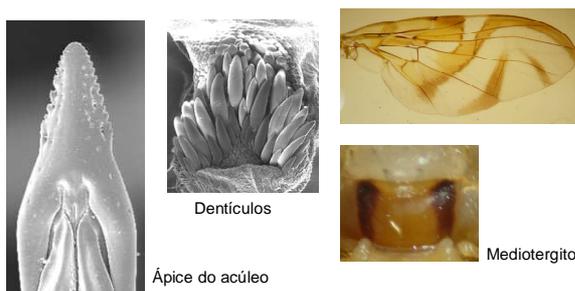
- 38(35'). Ápice do acúleo com distinta constrição antes da serra 39

- 38'. Ápice do acúleo com constrição moderada antes da serra 40

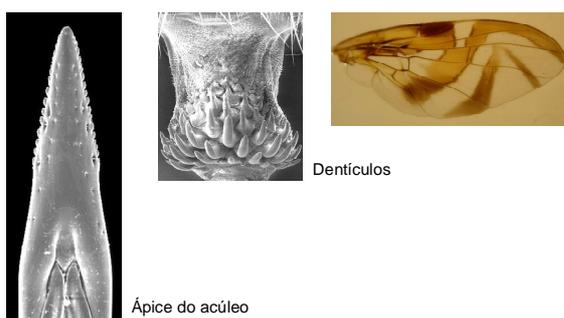
- 39(38). Ápice do acúleo com 0,25 – 0,27 mm de comprimento, faixa V da asa variável, mas, geralmente, completa ***A. fraterculus* (Wied.)**



- 39'. Ápice do acúleo com 0,17 – 0,19 mm de comprimento, coloração geral amarelada, faixa V incompleta ***A. sororcula* Zucchi**



- 40(38'). Ápice do acúleo com 0,27 - 0,30 mm de comprimento ... ***A. zenildae* Zucchi**



- 40'. Ápice do acúleo com aproximadamente 0,20 mm de comprimento 41
 41(40'). Ápice do acúleo com dentes em mais da metade apical; asa com a faixa V, em geral, incompleta e separada da S ***A. obliqua* (Macquart)**

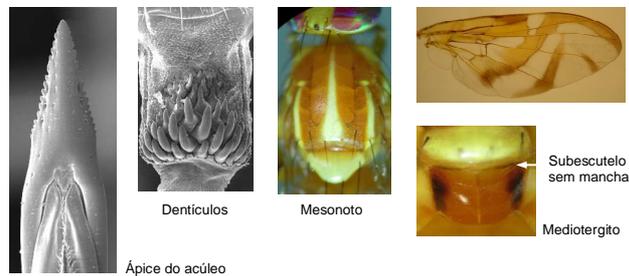


Foto: Uramoto (2007)

- 41'. Ápice do acúleo com dentes até a metade apical; asa com a faixa V completa e unida a S ***A. linharensis* Uramoto & Zucchi**

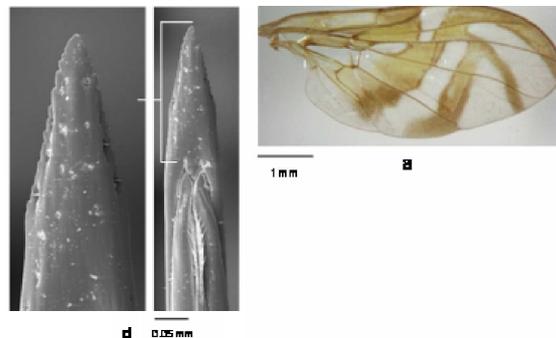


Foto: Uramoto e Zucchi (2010)

CONCLUSÕES

- Quarenta e uma espécies de *Anastrepha* e *C. capitata* foram constatadas para o estado do Espírito Santo.
- *A. barnesi*, *A. daciformis* e *A. paralela* foram registradas pela primeira vez no Estado.
- A região Nordeste do Espírito Santo apresentou maior riqueza de espécies de tefritídeos e a do Sul-Caparaó a menor.
- *C. capitata* e *A. fraterculus* foram as mais frequentes e, com *A. obliqua* e *A. distincta*, as espécies de maior distribuição.
- *A. bahiensis*, *A. distincta*, *A. fraterculus*, *A. manihoti*, *A. montei*, *A. obliqua*, *A. pickeli*, *A. pseudoparalela*, *A. serpentina* e *A. sororcula* ocorreram em todas as regiões do estado do Espírito Santo.
- A maioria das espécies raras ocorreu, exclusivamente, na região Norte: *A. alveata*, *A. antunesi*, *A. bezzii*, *A. bondari*, *A. fumipennis*, *A. furcata*, *A.*

glochii, *A. linharensis*, *A. lutzii*, *A. mixta*, *A. parallela*, *A. quararibae*, *A. quiinae*, *A. sagittifera*, *A. submunda*, *A. tumida* e *A. zernyi*,

- As populações de *C. capitata* variaram com a altitude, sendo mais numerosas nas regiões serranas que nas de baixa altitude do Estado.

REFERÊNCIAS

- Aluja, M. 1999. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28: 565-594.
- Brasil. 2007. Estabelece a lista de pragas quarentenárias ausentes (A1) e de pragas quarentenárias presentes (A2) para o Brasil e aprova os procedimentos para suas atualizações. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 52, de 20 de novembro de 2007. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 21 de novembro de 2007. Seção 1, pp.31.
- Brasil. 2011. Considera o estado de Roraima como área de emergência fitossanitária para implementação do Plano de Supressão e Erradicação da praga denominada *Bactrocera carambolae* (mosca da carambola) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 9, de 9 de março de 2011. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 10 de março de 2011. Seção 1.
- Calkins, C.O.; Malavasi, A. 1995. Biology and control of fruit flies (*Anastrepha*) in tropical and temperate fruit. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 17: 36-45.
- CECAM - Centro Capixaba de Meteorologia e Recursos Hídricos. 2011. Vitória: Incaper. Disponível em: <www.cecaminacapex.gov.br>. Acesso em: 22 fev. 2011.
- Copeland, R.S.; Okeka, W.; Freidberg, A.; Merz, B.; White, I.M.; De Meyer, M.; Luke, Q. 2005. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) of Kahamega forest, Kenya. *Journal of East African Natural History: a Journal of Biodiversity*, 94: 247-278.
- Costa, S.G.M. 2005. Hymenópteros parasitóides de larvas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. 102f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia,

Manaus, AM.

- Drew, R.A.I.; Raghu, S. 2002. The fruit fly (Diptera: Tephritidae: Dacinae) of the rainforest habitat of the Western Ghats, India. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 50: 327-352.
- Hernández-Ortiz, V. 1992. El genero *Anastrepha* Schiner en Mexico (Diptera: Tephritidae): taxonomia, distribución y sus plantas huéspedes. Xalapa: Sociedade Mexicana de Entomologia, 162p.
- Hernández-Ortiz, V.; Aluja, M. 1993. Listado de especies del genero neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. *Folia Entomológica Mexicana*, 88: 89-105.
- Ihering, H. 1901. Laranjas bichadas. *Revista Agrícola*, 6: 179-181.
- Maddison, P.A.; Bartlett, B.J. 1989. A contribution towards the zoogeography of the Tephritidae. *In*: Robinson, A.S.; Hooper, G. (Ed.). *Fruit flies: their biology natural enemies and control*. Amsterdam: Elsevier, 3A, pp.27-35.
- Malavasi, A. 2001. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). *In*: Vilela, E.F.; Zucchi, R.A.; Cantor, F. (Eds.). *Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil*. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.39-41.
- Malavasi, A.; Zucchi, R.A. 2000. Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, 327p.
- Malavasi, A.; Zucchi, R.A.; Sugayama, R.L. 2000. Biogeografia. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.93-98.
- Martins, D.S.; Alves, F.L. 1988. Ocorrência da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera - Tephritidae), na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Norte do estado do Espírito Santo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 17: 227-229.

- Martins, D.S.; Alves, F.L.; Zucchi, R.A. 1993. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 22: 373-379.
- Martins, D.S.; Malavasi, A. 2003. Systems approach na produção de mamão do Espírito Santo, como garantia de segurança quarentenária contra mosca-das-frutas. *In: Martins, D.S.; Costa, A.F.S. (Eds.). A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, pp.345-372.*
- Martins, D.S.; Teixeira, M.M.; Malavasi, A. 2000b. Evaluation of two coffee species as host of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the Espírito Santo State, Brazil. *In: International Congress of Entomology, 21., Foz do Iguaçu. Abstracts... Foz do Iguaçu, PR, Brazil: Sociedade Entomológica do Brasil, pp.71.*
- Martins, D.S.; Uramoto, K.; Lani, M.C.R. 2005a. Diversidade de moscas-das-frutas nas áreas monitoradas no norte do Espírito Santo do Programa de Exportação do Mamão Brasileiro para os Estados Unidos. *In: Martins, D.S. (Ed.). Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão. Vitória-ES: Incaper, pp.493-497.*
- Martins, D.S.; Uramoto, K.; Malavasi, A. Espírito Santo. 2000a. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.253-258.*
- Martins, D.S.; Vieira, L.P.; Lani, M.C.R. 2005b. Região de produção de mamão do Espírito Santo – área de baixa prevalência de moscas-das-frutas. *In: Martins, D.S. (Ed.). Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão. Vitória-ES: Incaper, pp.487-492.*
- Morgante, J.S. 1991. Moscas-das-frutas (Tephritidae): características biológicas, detecção e controle. Brasília, MAARA/SENIR, 19p. (Boletim Técnico de Recomendações para os Perímetros Irrigados do Vale de São Francisco, 2).
- Nascimento, A.S.; Morgante, J.S.; Malavasi, A.; Uramoto, K. 1993. Occurrence and distribution of *Anastrepha* in melon production areas in Brazil. *In: Aluja, M.; Liedo, P. (Eds.). Fruit flies: biology and management. New York: Springer-Verlag. pp.39-42,*

- Norrbom, A.L.; Zucchi, R.A.; Hernández-Ortiz, V. 1999. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotripanini) based on morphology. *In: Norrbom, A.L.; Aluja, M. (Ed.). Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior. Boca Raton: CRC Press, pp.299-342.*
- Novotny, V.; Clarke, A. R.; Drew, R. A. I.; Balagawi, S.; Clifford, B. 2005. Host specialization and species richness of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in a New Guinea rain forest. *Journal of Tropical Ecology, 21: 67-77.*
- Raga, A.; Prestes, D.A.O.; Souza Filho, M.F.; Sato, M.E.; Siloto, R.C.; Zucchi, R.A. 2002. Occurrence of fruit flies in coffee varieties in the State of São Paulo, Brazil. *Boletim Sanidad Vegetal y Plagas, 28: 519-524.*
- Raga, A.; Souza Filho, M.F.; Arthur, V.; Martins, A.L.M. 1996. Avaliação da infestação de moscas-das-frutas em variedades de café (*Coffea* spp.). *Arquivo do Instituto Biológico, 63: 59-63.*
- Selivon, D. 2000. Relações com plantas hospedeiras. *In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.87-91.*
- Thompson, F.C. 1998. Introduction. *In: Thompson, F. C. (Ed.). Fruit fly expert identification system and systematic information database. Leiden: North American Dipterists' Society; Backhuys, pp.5-6.*
- Uramoto, K. 2002. Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no *campus* Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. 85f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, SP.
- Uramoto, K. 2007. Diversidade de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de papaia e em áreas remanescentes da Mata Atlântica e suas plantas hospedeiras nativas, no município de Linhares, Espírito Santo. 2007, 105f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, SP.
- Uramoto, K.; Martins, D.S. 2004. Biodiversity of *Anastrepha* fruit flies (Diptera, Tephritidae) in papaya growing region in Espírito Santo State, Brazil. *In:*

- Meeting of The Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere, 5., Fort Lauderdale. Abstracts... Fort Lauderdale, Fl. USA: USDA; University of Florida, pp.134.
- Uramoto, K.; Zucchi, R.A. 2010. New species of *Anastrepha* Schiner (Diptera, Tephritidae) from remnant area of the Atlantic Rain Forest and surroundings in the state of Espírito Santo, Brazil. *Zootaxa*, 2535: 49-60.
- Zucchi, R.A. 2000. Taxonomia. *In*: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.13-24.
- Zucchi, R.A. 2001. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *In*: Vilela, E.F.; Zucchi, R.A.; Cantor, F. (Eds.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.15-22.
- Zucchi, R.A. 2007. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* en Brasil. *In*: Hernandez-Ortiz, V. (Ed.). Moscas de las frutas en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo. México, D.F., pp.77-100.
- Zucchi, R.A. 2011. Fruit flies in Brazil: *Anastrepha* species host plants and parasitoids. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso: 13 mar. 2011.

CAPÍTULO 2

PLANTAS HOSPEDEIRAS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

RESUMO

Moscas-das-frutas e seus hospedeiros foram estudados as no período de março de 1997 a julho de 2010, no estado do Espírito Santo. Um total de 184.801 frutos (1.665 kg) em 1.663 amostras de 202 espécies de plantas de 52 famílias botânicas foram coletados. Cinquenta e seis espécies de plantas de 17 famílias foram estabelecidas como hospedeiros para 14 espécies de *Anastrepha* e 29 de 14 famílias para *Ceratitis capitata* (Wied.). Cinquenta e três novas associações de plantas hospedeiras foram registradas para 11 espécies de *Anastrepha*: *A. amita* Zucchi, *A. bahiensis* Lima, *A. bezzii* Lima, *A. dissimilis* Stone, *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wied.), *A. leptozona* Hendel, *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina* (Wied.), *A. sororcula* Zucchi e *A. zenildae* Zucchi. Novas espécies de tefritídeos para nove famílias de plantas: *A. amita* em Myrtaceae (*Myrcia lineata* (O. Berg) Nied.), *A. bahiensis* em Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. dissimilis* em Myrtaceae (*Psidium guajava* L.), *A. distincta* em Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.) e Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. obliqua* em Cucurbitaceae (*Cucurbita pepo* L.), Fabaceae (*Inga edulis* Mart.), Muntingiaceae (*Muntingia calabura* L.) e Passifloraceae (*Passiflora edulis* Sims), *A. serpentina* em Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.), *A. sororcula* em Malpighiaceae (*Malpighia glabra* L.) e *A. zenildae* em Rubiaceae (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner), foram registradas. Myrtaceae foi a família com o maior número de hospedeiros. A infestação de moscas-das-frutas em Muntingiaceae foi registrada pela primeira vez no Brasil. *A. fraterculus*, *C. capitata* e *A. obliqua* foram as que mais apresentaram hospedeiros no estado do Espírito Santo.

Palavras-chave: Tefritídeos, Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata*, *Anastrepha*.

HOST PLANTS OF FRUIT FLIES (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN ESPÍRITO SANTO STATE, BRAZIL

ABSTRACT

This research was carried out during the period of March 1997 to July 2010 in Espírito Santo State. A total of 184,801 fruits were collected (1,665 kg) in 1,663 samples from 202 species belonging to 52 families of plants. Fifty-six species from 17 families were identified as natural hosts for 14 species of *Anastrepha*. Twenty-nine species of 14 families of plants were registered for *Ceratitis capitata* (Wied.). Fifty-three new associations of host plants were recorded with 11 species of *Anastrepha*: *A. amita* Zucchi, *A. bahiensis* Lima, *A. bezzii* Lima, *A. dissimilis* Stone, *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wied.), *A. leptozona* Hendel, *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina* (Wied.), *A. sororcula* Zucchi and *A. zenildae* Zucchi. New associations of fruit fly species were registered for nine plant families: *A. amita* in Myrtaceae (*Myrcia lineata* (O. Berg) Nied.), *A. bahiensis* in Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. dissimilis* in Myrtaceae (*Psidium guajava* L.), *A. distincta* in Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.) and Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. obliqua* in Cucurbitaceae (*Cucurbita pepo* L.), Fabaceae (*Inga edulis* Mart.) Muntingiaceae (*Muntingia calabura* L.) and Passifloraceae (*Passiflora edulis* Sims), *A. serpentina* in Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.), *A. sororcula* in Malpighiaceae (*Malpighia glabra* L.) and *A. zenildae* in Rubiaceae (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). For the first time in Brazil, fruit fly infestation was identified in the plant family Muntingiaceae. Myrtaceae was the plant family with the largest number of hosts. *A. fraterculus*, *C. capitata* and *A. obliqua* were the fruit flies with the greatest number of hosts in Espírito Santo State.

Key words: Tephritids, Medfly, *Ceratitis capitata*, *Anastrepha*

INTRODUÇÃO

Espécies de tefritídeos apresentam diferentes graus de especialização com seus hospedeiros, em relação aos seus hábitos alimentares. Certas espécies têm preferências por algumas famílias de plantas como *Anastrepha fraterculus* (Wied.) por Myrtaceae, *A. obliqua* (Macquart) por Anacardiaceae e *A. serpentina* (Wied.) por Sapotaceae (Morgante, 1982 e 1991).

Existem também complexos de espécies de moscas especializados em determinados hospedeiros como os tefritídeos do grupo *spatulata* que exploram plantas do gênero *Manihot* (Euphorbiaceae), do grupo *pseudoparallela* em frutos da família Passifloraceae, as espécies do grupo *grandis* que se alimentam de frutos de Cucurbitaceae e algumas espécies do grupo *mucronota* que ocorrem em Bombacaceae (Norrbom *et al.*, 1999).

Espécies do gênero *Anastrepha* têm preferência por frutos de plantas nativas e *Ceratitidis capitata* (Wied.) por frutos de espécies exóticas (Malavasi & Morgante, 1980). As espécies de *Anastrepha* possuem 143 gêneros de 54 famílias de plantas hospedeiras no mundo (Norrbom, 2010) e *C. capitata* 374 espécies de hospedeiros de 69 famílias (Liquido *et al.*, 1998). No Brasil, as plantas hospedeiras de *C. capitata* e *Anastrepha* são encontradas nos trabalhos de Zucchi (2001, 2007 e 2011).

A. fraterculus, *A. obliqua* e *C. capitata* apresentam maior número de hospedeiros e distribuição geográfica no Brasil e são as principais pragas da fruticultura brasileira (Malavasi *et al.*, 2000; Zuchi, 2001 e 2011).

O *status* de praga a determinado hospedeiro pode variar entre as regiões e o conhecimento dos repositórios naturais das moscas-das-frutas (hospedeiros primários e secundários) é indispensável para programas de manejo e controle na região (Bernays & Graham, 1988; Hernández-Ortiz, 1992; Malavasi *et al.*, 1980 e 2000, Selivon, 2000; Singer *et al.*, 1992).

Levantamentos de espécies de Tephritidae registraram 38 espécies de *Anastrepha* e *C. capitata* desde 1993 no estado do Espírito Santo (Zucchi, 2011; Martins *et al.*, 2005).

O conhecimento sobre as espécies de moscas-das-frutas aumentou no Espírito Santo, mas os hospedeiros e danos às fruteiras de importância econômica e potenciais são pouco conhecidos. Espécies de moscas-das-frutas em plantas nativas foram registradas em uma reserva natural no domínio de Mata Atlântica, no Norte do

Estado (Uramoto *et al.*, 2008ab) e informações preliminares em fruteiras exploradas economicamente foram relatadas (Martins *et al.*, 2000b).

O objetivo deste trabalho foi ampliar conhecimentos sobre plantas hospedeiras de moscas-das-frutas no estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas em pomares domésticos e áreas de produção comercial em 36 municípios das regiões Norte (2), Noroeste (4), Nordeste (9), Grande Vitória (7), Serrana (12), Sul (1) e Sul-Caparaó (1) do estado do Espírito Santo, no período de março/1997 a julho/2010. O ambiente natural de Mata Atlântica, Reserva Natural Vale, na região Nordeste, município de Linhares, foi incluído.

Os frutos foram coletados em estado maduro da planta ou recém caídos ao solo e acondicionados em sacos de papel e transportados para os laboratórios do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Após pesados e quantificados, foram dispostos em caixas plásticas teladas com uma camada de areia umedecida ($\approx 2\text{cm}$) para obtenção dos pupários. O substrato de areia foi peneirado em malha de $1,5\text{mm}^2$, por duas vezes, em intervalo de 10 dias, para separação e contagem dos pupários, os quais foram transferidos para gaiolas teladas até a emergência dos adultos.

Adultos recém-emergidos de moscas-das-frutas foram mantidos por 48 horas nos recipientes, alimentados com solução de sacarose a 10%, para a fixação da coloração, contados e fixados em álcool 70%.

As espécies de *Anastrepha* foram identificadas pela Dra. Keiko Uramoto, do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências, da Universidade de São Paulo (DB/IB/USP) e pela engenheira agrônoma Deise Cristina Campos dos Santos, da Biofábrica Moscamed Brasil.

As plantas foram identificadas no Incaper e por técnicos da Reserva Natural Vale, Linhares, ES. A origem das plantas foi determinada nos trabalhos de Donadio *et al.* (1998) e Donadio (2007) e para a atualização e certificação dos nomes científicos das plantas, com o web site www.tropicos.org.

Os índices de infestação foram expressos em número de pupários por quilograma de frutos e de pupários por fruto (Malavasi & Morgante, 1980).

Os espécimes *voucher* foram depositados na coleção do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior Luiz de Queiroz (ESALQ/USP) e as exsicatas das plantas no herbário da Reserva Natural Vale.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 184.801 frutos (1.665 kg) provenientes de 1.663 amostras, pertencentes a 202 espécies de plantas de 52 famílias botânicas foram avaliados (Tabela 1), sendo 767 infestadas (46% do total).

Myrtaceae teve o maior número de espécies avaliadas (41), seguida por Sapotaceae (14), Fabaceae (13), Anacardiaceae, Rubiaceae e Rutaceae com 10 espécies cada (Figura 1).

As moscas-das-frutas foram associadas com 20 famílias e 62 espécies de plantas, sendo 33 com *Anastrepha*, seis com *C. capitata* e 23 com ambas as espécies (Tabela 2).

Cinquenta e seis espécies de 17 famílias de plantas foram estabelecidas como hospedeiras de *Anastrepha amita* Zucchi, *A. bahiensis* Lima, *A. bezzii* Lima, *A. dissimilis* Stone, *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wied.), *A. grandis* (Macquart), *A. fumipennis* Lima, *A. leptozona* Hendel, *A. obliqua* (Macquart), *A. pseudoparallela* (Loew), *A. serpentina* (Wied.), *A. sororcula* Zucchi e *A. zenildae* Zucchi.

A família Myrtaceae apresentou o maior número de plantas com moscas-das-frutas (19), seguida de Anacardiaceae (9) e Sapotaceae (7). *Anastrepha fraterculus* foi a mais frequente, com 17 hospedeiros, seguida de *A. sororcula* com oito espécies de Myrtaceae.

A. obliqua, com nove hospedeiros e *A. serpentina*, com seis, foram mais frequentes em Anacardiaceae e Sapotaceae confirmando a preferência hospedeira dessas espécies (Malavasi *et al.*, 1980 e 2000; Zucchi, 2000, 2007 e 2011).

Cinquenta e três novas associações de plantas hospedeiras foram registradas para *A. amita* (1), *A. bahiensis* (4), *A. bezzii* (1), *A. dissimilis* (1), *A. distincta* (7), *A. fraterculus* (13), *A. leptozona* (1), *A. obliqua* (10), *A. serpentina* (3), *A. sororcula* (6) e *A. zenildae* (6) (Tabela 2). Alguns desses registros pertencem a nove famílias até então não relatadas como hospedeiras pela respectiva espécie no Brasil (Zucchi, 2011): *A. amita* em Myrtaceae (*Myrcia lineata* (O. Berg) Nied.), *A. bahiensis* em Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. dissimilis* em Myrtaceae

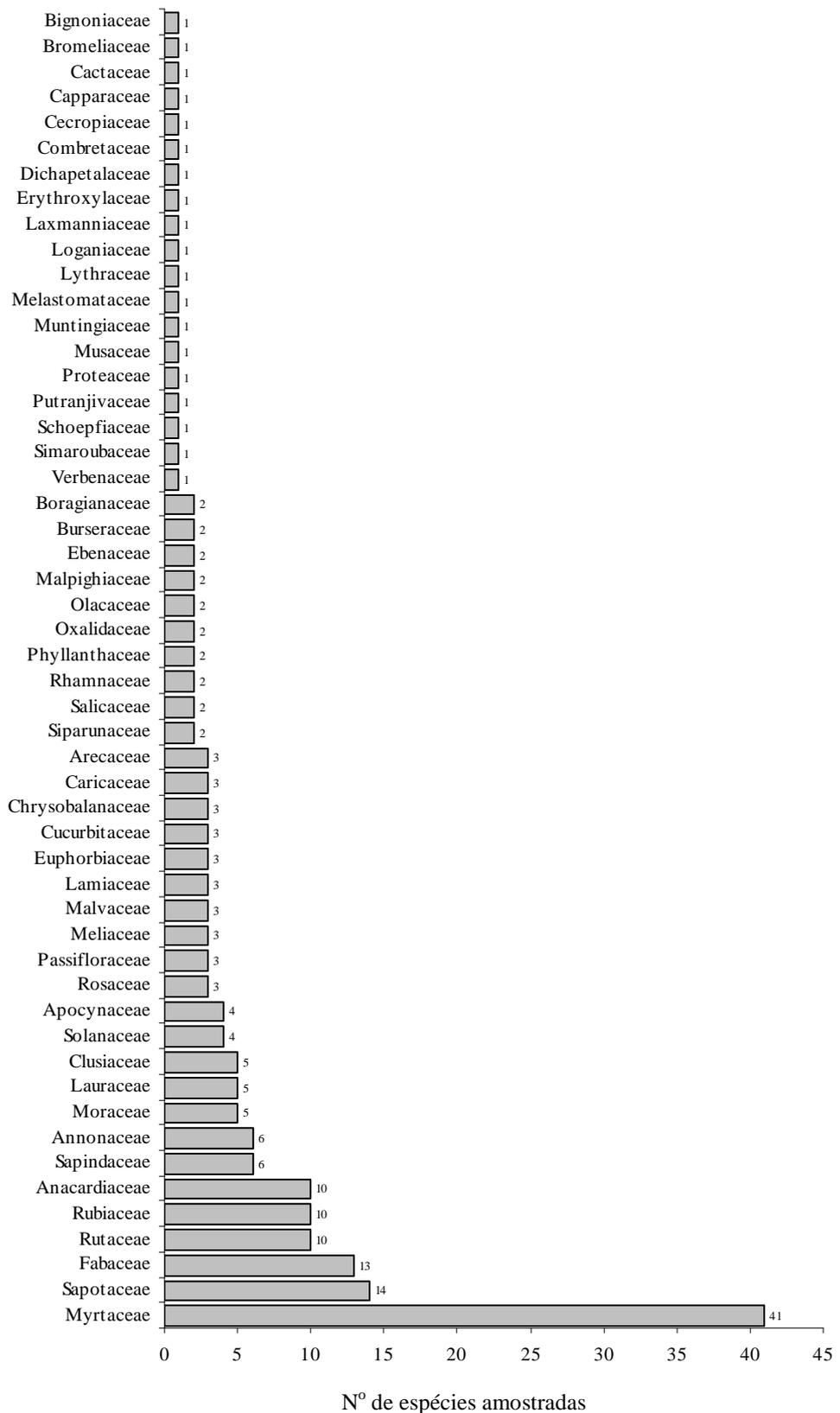


Figura 1. Número de espécies de cada família de planta avaliada, de março de 1997 a julho de 2010, no estado do Espírito Santo em relação a infestação de moscas-das-frutas.

Tabela 1. Famílias e espécies de plantas avaliadas, de março de 1997 a julho de 2010, no estado do Espírito Santo em relação a infestação de moscas-das-frutas

Família botânica / Espécie ¹	Nome vernacular	Nº de amos-tras	Nº de frutos	Massa dos frutos (g)
Anacardiaceae				
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	26	572	25.486
<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	54	584	146.463
<i>Spondias dulcis</i> Park.	Cajá-manga	70	1.321	111.128
<i>Spondias macrocarpa</i> Engl.	Cajá-mirim	7	248	7.696
<i>Spondias mombin</i> L.	Taperebá	1	26	297
<i>Spondias purpurea</i> L.	Seriguela	25	924	9.793
<i>Spondias</i> sp.	Cajazinho	9	241	4.077
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbu	1	6	93
<i>Spondias venulosa</i> (Engl.) Engl.	Cajá	1	28	787
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	Acarana	3	72	256
Annonaceae				
<i>Annona acutiflora</i> Mart.	Ariticum	1	2	266
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	Pinha-da-mata	3	24	262
<i>Annona montana</i> Macfad.	Araticum	2	10	8.750
<i>Annona muricata</i> L.	Graviola	11	24	21.433
<i>Annona squamosa</i> L.	Pinha	2	5	1.561
<i>Ephedranthus</i> sp.	Imbiu-do-bosque	1	14	79
Apocynaceae				
<i>Geissospermum laeve</i> (Vell.) Miers	Pau pereira	3	99	2.311
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	Agoniada	1	2	154
<i>Lacmellea pauciflora</i> (Kuhlm.) Markgr.	Chamarrão	1	8	35
<i>Rauvolfia capixabae</i> I. Koch & Kin.-Gouv.	Grão de gato	1	3	9
Arecaceae				
<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	Palmeira-areca	2	103	735
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Tâmara	1	101	345
<i>Syagrus botryophora</i> (Mart.) Mart.	Patioba	1	12	143
Bigoniaceae				
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê roxo	1	3	111
Boragianaceae				
<i>Cordia acutifolia</i> Fres.	Baba de boi	1	87	48
<i>Cordia magnoliifolia</i> Cham.	Cordia lisa	1	9	14
Bromeliaceae				
<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr. var. <i>comosus</i>	Abacaxi	1	5	3.800
Bursaceae				
<i>Crepidospermum atlanticum</i> D.C. Daly	Aroeira-da-mata	1	46	61
<i>Protium icicariba</i> (DC.) Marchand	Amesclão	1	36	18
Cactaceae				
<i>Pereskia aculeata</i> Mill.	Orapronobis	1	69	185
Capparaceae				
<i>Crataeva tapia</i> L.	Pau cebola	1	10	217
Caricaceae				
<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	16	215	67.891
<i>Jacaratia heptaphylla</i> (Vell.) A. DC.	Mamão jacatiá mirim	1	4	101
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Mamão jacatiá	1	3	178
Cecropiaceae				
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Imbauba branca	1	2	241

continua...

...continuação.

Família botânica / Espécie ¹	Nome vernacular	Nº de amos- tras	Nº de frutos	Massa dos frutos (g)
Chrysobalanaceae				
<i>Couepia ovalifolia</i> (Schott) Benth.	Oiti do nativo	1	5	284
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Carrapeta	1	6	59
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	9	296	11.816
Clusiaceae				
<i>Clusia gardneri</i> Planch. & Triana	Bacuripari	1	23	284
<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	Bacupari	33	2.781	18.441
<i>Garcinia</i> sp.	Mangustão-amarelo	1	8	394
<i>Rheedia gardneriana</i> Planch. & Triana	Guanandi branco	1	23	337
<i>Rheedia</i> sp.	Falso mangustão	1	27	210
Combretaceae				
<i>Terminalia catappa</i> (Gaertn.) Eichler	Castanheira	14	620	14.742
Cucurbitaceae				
<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Mini-moranga	3	6	960
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Abóbora moranga	9	27	24.135
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Chuchu	1	3	1.140
Dichapetalaceae				
<i>Tapura wurdackiana</i> Prance	Tambu da areia	1	39	93
Ebenaceae				
<i>Diospyros apeibocarpos</i> Raddi	Ébano	2	11	121
<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	Caqui	5	40	3.497
Erythroxylaceae				
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A. St. Hil.	Zé Maria	1	20	20
Euphorbiaceae				
<i>Glycydendron espiritosantense</i> Kuhlm.	Fruta de arara	2	11	107
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Mandioca (fruto)	2	302	894
<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	1	112	555
Fabaceae				
<i>Barnebydendron riedelii</i> (Tul.) J.H. Kirkbr.	Guaribú sabão	1	40	36
<i>Guibourtia hymenaefolia</i> (Moric.) J. Léonard	Jatobá-mirim	1	6	169
<i>Inga cabelo</i> T.D. Penn.	Ingá cabelo	1	4	77
<i>Inga capitata</i> Desv.	Ingá feijão	1	13	255
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá-de-metro	26	287	31.441
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá-da-praia	1	24	53
<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá-mirin	5	250	2.330
<i>Inga</i> sp.	Ingá	10	71	4.344
<i>Inga thibaudiana</i> DC	Ingá	1	6	155
<i>Swartzia apelata</i> Raddi	Arruda-vermelha	2	26	160
<i>Swartzia linharensis</i> Mansano	Laranjinha	2	15	374
<i>Swartzia macrostachya</i> R.S. Cowan	Laranjinha nativa	1	2	231
<i>Swartzia oblata</i> R.S. Cowan	Banana quati	1	3	470
Lamiaceae				
<i>Aegiphila tomentosa</i> Cham.	Mululo-branco	3	541	140
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Gmelina	1	17	194
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	Tarumã	1	56	117
Lauraceae				
<i>Ocotea arenicola</i> L.C.S. Assis & Mello-Silva	Regina	2	94	177
<i>Ocotea fasciculata</i> (Nees) Mez	Canela amarela	1	29	31,06
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	Canela sabão	4	56	132,87

continua...

...continuação.

Família botânica / Espécie ¹	Nome vernacular	Nº de amos- tras	Nº de frutos	Massa dos frutos (g)
<i>Ocotea marcescens</i> L.C.S. Assis & Mello-Silva	Canela preta	1	27	43,86
<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate	2	14	4.635
Laxmanniaceae				
<i>Cordyline terminalis</i> (L.) Kunth	Dracena-vermelha	1	556	310
Loganiaceae				
<i>Strychnos</i> cf. <i>hirsuta</i> Spruce ex Benth.	Quina cruzeiro	2	34	88
Lythraceae				
<i>Punica granatum</i> L.	Romã	3	18	955
Malpighiaceae				
<i>Byrsonima stipulacea</i> A. Juss.	Murici	2	44	199
<i>Malpighia glabra</i> L.	Acerola	111	10.776	56.584
Malvaceae				
<i>Pterygota brasiliensis</i> Allemão	Farinha-seca	1	3	306
<i>Sterculia elata</i> Ducke	Arixixá	1	4	916
<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacau	1	2	390
Melastomataceae				
<i>Miconia holosericea</i> (L.) DC.	Morel	1	143	56
Meliaceae				
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Peloteira	1	21	52
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Cedro rugoso	1	8	50
<i>Trichilia hirta</i> L.	Cedro falso	1	68	24
Moraceae				
<i>Brosimum glaucum</i> Taub.	Leiteira	1	138	285
<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.	Ficus Italiano	1	29	62
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	Ficus Andréia	1	25	82
<i>Morus alba</i> L.	Amora	2	70	67
<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	Folha de serra	1	26	29
Muntingiaceae				
<i>Muntingia calabura</i> L.	Calabura	8	524	1.359
Musaceae				
<i>Musa x paradisiaca</i> L.	Banana	3	19	2.569
Myrtaceae				
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	Gabiroba-amarela	1	52	80
<i>Eugenia adstringens</i> Cambess	Araçá-birro	2	45	234
<i>Eugenia batingabranca</i> Sobral	Batinga branca	1	11	8
<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	Batinga piauí	2	69	28
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Grumixama	16	1.612	7.667
<i>Eugenia fluminensis</i> O. Berg	Batinga-ruiva	1	8	71
<i>Eugenia handroi</i> (Mattos) Mattos	Batinga açú	2	21	115
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cereja do Rio Grande	2	108	420
<i>Eugenia luschnathiana</i> Klotzsch ex O. Berg	Pitomba do barracão	1	23	120
<i>Eugenia platyphylla</i> O. Berg	Batinga grumixama	1	22	57
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Pitanguinha	1	55	79
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Uvaia	1	13	150
<i>Eugenia rotundifolia</i> Casar.	Batinga de restinga	1	22	19
<i>Eugenia santensis</i> Kiaersk.	Papagueta	1	8	153
<i>Eugenia</i> sp.	Jamelão silvestre	3	25	167
<i>Eugenia</i> sp.	Batinga melão	1	19	38
<i>Eugenia</i> sp.	Batinga pêra	1	16	379

continua...

...continuação.

Família botânica / Espécie ¹	Nome vernacular	Nº de amos- tras	Nº de frutos	Massa dos frutos (g)
<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	Araçá-boi	3	27	2.094
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	56	7.263	20.972
<i>Eugenia vernicosa</i> O. Berg	Batinga-do-nativo	1	89	48
<i>Marlierea grandifolia</i> O. Berg	Araçatí	1	19	45
<i>Marlierea sylvatica</i> (Gardner) Kiaersk.	Camucá	2	79	265
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	Batinga-roxa	1	79	6
<i>Myrcia lineata</i> (O. Berg) Nied.	Araçá-branco	6	278	2.534
<i>Myrcia nigropunctata</i> (O. Berg) N. Silveira	Batinga-da-baixada	1	64	27
<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg	Jabuticaba	29	3.748	17.970
<i>Myrciaria floribunda</i> (West. ex Willd.) O. Berg	Vassourinha lisa	1	8	16
<i>Myrciaria glazioviana</i> (Kiaersk.) G.M. Barroso	Cabeludinha	4	484	2.375
<i>Myrciaria strigipes</i> O. Berg	Cambucá	1	7	14
<i>Neomitranthes langsdorffii</i> (O. Berg) Mattos	Araçá-côco	1	10	40
<i>Psidium acutangulum</i> DC.	Araçá-perim	2	71	1.070
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Araçá-do-Ipiranga	5	72	1.886
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	198	3.403	278.197
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Araçá-do-campo	9	392	3.172
<i>Psidium myrtoides</i> O. Berg	Araçá-una	27	5.257	16.559
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Araçá-gigante	1	18	16
<i>Psidium</i> sp.	Araçá	1	47	177
<i>Psidium</i> sp.	Araçá-do-mato	6	449	3.550
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jamelão	11	760	3.235
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Jambo-rosa	1	87	4.223
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	Jambo-vermelho	44	1.071	81.904
Olacaceae				
<i>Cathedra bahiensis</i> Sleumer	Baleira	1	10	116
<i>Liriosma</i> sp.	Pindaíba falsa	1	8	73
Oxalidaceae				
<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	Bilimbi/Azedinha	4	76	1.587
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	139	3.469	155.946
Passifloraceae				
<i>Passiflora alata</i> Curtis	Maracujá-doce	4	38	3.980
<i>Passiflora edulis</i> Sims	Maracujá-amarelo	26	213	23.722
<i>Passiflora giberti</i> N.E. Br.	Maracujá-do-mato	1	4	243
Phyllanthaceae				
<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	Tambozil	1	46	20
<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels	Groselha	1	66	17
Proteaceae				
<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche	Macadâmia	2	43	565
Putranjivaceae				
<i>Drypetes</i> sp.	Pau-de-morcego	2	41	50
Rhamnaceae				
<i>Rhamnidium glabrum</i> Reissek	Catinga-de-cavalo	1	46	51
<i>Ziziphus glaviiovii</i> Warm.	Quina-preta	1	29	55
Rosaceae				
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nêspera	41	2.546	27.255
<i>Prunus domestica</i> L.	Ameixa-vermelha	1	9	200
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Pêssego	9	352	9.570

continua...

Família botânica / Espécie ¹	Nome vernacular	Nº de amos- tras	Nº de frutos	Massa dos frutos (g)
Rubiaceae				
<i>Coffea arabica</i> L.	Café arábica	139	81.077	101.650
<i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner	Café 'Conilon'	87	39.921	32.760
<i>Duroia valesca</i> C.H. Perss. & Delprete	Valesca	1	4	87
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	3	38	7.095
<i>Melanopsidium nigrum</i> Colla	Coroa-de-sapo	1	2	65
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	Fruta-de-macaco	2	22	85
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Gumana	1	111	16
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Ponteiro	2	11	80
<i>Randia calycina</i> Cham.	Fumo de rolo	1	4	98
<i>Simira eliezeriana</i> Peixoto	Maiate	1	19	92
Rutaceae				
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Limão-branco	1	47	1.000
<i>Citrus deliciosa</i> Ten.	Mexerica	16	310	28.099
<i>Citrus latifolia</i> (Tanaka ex Yu. Tanaka) Tanaka	Lima-ácida Tahiti	5	54	7.451
<i>Citrus limettioides</i> Tanaka	Lima-da-Pérsia	2	8	4.250
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Tangerina Ponkan	16	279	35.396
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja doce	46	699	113.879
<i>Citrus x limonia</i> (L.) Osbeck	Limão-cravo	1	12	620
<i>Metrodorea nigra</i> A. St.-Hil.	Arapoca-branca	1	12	133
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta	4	1.542	668
<i>Zanthoxylum acuminatum</i> (Sw.) Sw.	Maminha-de-porca	1	197	16
Salicaceae				
<i>Casearia</i> sp.	Limãozinho	2	19	316
<i>Macrothumia kuhlmannii</i> (Sleumer) Alford	Coquinho	1	6	207
Sapindaceae				
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	Casca-solta	1	80	10
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	Cambuata-do-nativo	2	85	127
<i>Euphoria longana</i> Lam.	Longana	1	6	109
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Pitomba-rosa	1	16	33
<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk.	Amescilã-preta	1	5	107
<i>Talisia intermedia</i> Radlk.	Pitomba-amarela	1	34	199
Sapotaceae				
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Abiu-roxo	4	41	2.422
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist	Sapota-de-onça	1	9	85
<i>Manilkara bella</i> Monach.	Paraju	1	7	122
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Sapoti	6	47	6.932
<i>Mimusops commersonii</i> (G. Don) Engl.	Abriçó-da-praia	26	617	15.500
<i>Pouteria butyrocarpa</i> (Kuhl.) T.D. Penn.	Mantegueira	1	4	237
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Abiu-amarelo	13	385	20.920
<i>Pouteria coelomatica</i> Rizzini	Aça-preto	1	13	64
<i>Pouteria grandiflora</i> (A. DC.) Baehni	Bapeba curiola	1	8	274
<i>Pouteria macahensis</i> T.D. Penn.	Zete	2	23	119
<i>Pouteria psammophila</i> (Mart.) Radlk.	Leiteiro-branco	2	11	223
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	Guapeva	1	17	40
<i>Pouteria</i> sp.	Bacumixá-de-leite	1	6	192
<i>Pradosia lactescens</i> (Vell.) Radlk.	Marmixa	1	10	78
Schoepfiaceae				
<i>Schoepfia obliquifolia</i> Turcz.	Tatú	1	6	60

continua...

...continuação.

Família botânica / Espécie ¹	Nome vernacular	Nº de amos- tras	Nº de frutos	Massa dos frutos (g)
Simaroubaceae				
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Caxeta	1	278	203
Siparunaceae				
<i>Siparuna arianae</i> V. Pereira	Negamina	1	35	72
<i>Siparuna reginae</i> (Tul.) A. DC.	Negreira	1	38	93
Solanaceae				
<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimentão	1	38	400
<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta-biquinho	4	268	354
<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	5	74	229
<i>Cyphomandra betacea</i> (Cav.) Sendtn.	Tamarilho	2	84	4.600
Verbenaceae				
<i>Duranta repens</i> L.	Pingo-de-ouro	6	1.888	890
Total		1.663	184.801	1.665.449

¹ Nomenclatura botânica sistematizada pela web site Tropicos.org. (2011).

Tabela 2. Famílias e espécies de plantas hospedeiras associadas às espécies de moscas-das-frutas no estado do Espírito Santo. Período de março de 1997 a julho de 2010

Família botânica / Espécie ¹	Nome vernacular	Espécies de tefritídeos (Quant.) ²
Anacardiaceae		
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	<i>A. obliqua</i> (5) <i>A. fraterculus</i> (2)
<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	<i>A. obliqua</i> (120) <i>A. fraterculus</i> (36) <i>C. capitata</i> (10)
<i>Spondias dulcis</i> Park.	Cajá-manga	<i>A. obliqua</i> (1.115) <i>A. fraterculus</i> (185) <i>A. zenildae</i> (11) <i>A. sororcula</i> (2) <i>A. distincta</i> (1) <i>C. capitata</i> (7)
<i>Spondias macrocarpa</i> Engl.	Cajá-mirim	<i>A. obliqua</i> (208)
<i>Spondias mombin</i> L.	Taperebá	<i>A. obliqua</i> (18)
<i>Spondias purpurea</i> L.	Seriguela	<i>A. obliqua</i> (263) <i>C. capitata</i> (57)
<i>Spondias</i> sp.	Cajazinho	<i>A. obliqua</i> (67)
<i>Spondias venulosa</i> (Engl.) Engl.	Cajá	<i>A. obliqua</i> (7)
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	Acarana	<i>A. obliqua</i> (5)
Annonaceae		
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	Pinha-da-mata	<i>A. fraterculus</i> (1)
Apocynaceae		
<i>Geissospermum laeve</i> (Vell.) Miers	Pau pereira	<i>A. fumipennis</i> (7)
Caricaceae		
<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	<i>A. fraterculus</i> (522) <i>C. capitata</i> (86)

continua...

Família botânica / Espécie ¹	Nome vernacular	Espécies de tefritídeos (Quant.) ²
Chrysobalanaceae		
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	<i>C. capitata</i> (102)
Clusiaceae		
<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	Bacupari	<i>C. capitata</i> (1)
Combretaceae		
<i>Terminalia catappa</i> (Gaertn.) Eichler	Castanheira	<i>A. fraterculus</i> (7) <i>C. capitata</i> (177)
Cucurbitaceae		
<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Mini-moranga	<i>A. grandis</i> (5)
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Abóbora moranga	<i>A. grandis</i> (9) <i>A. obliqua</i> (1)
Fabaceae		
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá-de-metro	<i>A. distincta</i> (796) <i>A. obliqua</i> (1)
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá-da-praia	<i>A. distincta</i> (7)
<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá-mirin	<i>A. distincta</i> (74)
<i>Inga</i> sp.	Ingá	<i>A. distincta</i> (76)
Malpighiaceae		
<i>Malpighia glabra</i> L.	Acerola	<i>A. fraterculus</i> (14) <i>A. sororcula</i> (11) <i>A. obliqua</i> (4) <i>C. capitata</i> (226)
Malvaceae		
<i>Sterculia elata</i> Ducke	Arixixá	<i>A. bezzii</i> (42)
Muntingiaceae		
<i>Muntingia calabura</i> L.	Calabura	<i>A. obliqua</i> (1)
Myrtaceae		
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Grumixama	<i>A. fraterculus</i> (227) <i>A. obliqua</i> (20) <i>A. sororcula</i> (11) <i>A. bahiensis</i> (3)
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cereja do Rio Grande	<i>A. fraterculus</i> (1)
<i>Eugenia luschnathiana</i> Klotzsch ex O.Berg	Pitomba	<i>A. bahiensis</i> (1) <i>A. fraterculus</i> (14) <i>A. sororcula</i> (1)
<i>Eugenia platyphylla</i> O. Berg	Batinga grumixama	<i>A. fraterculus</i> (5) <i>A. bahiensis</i> (4)
<i>Eugenia santensis</i> Kiaersk.	Papaguela	<i>A. fraterculus</i> (2)
<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	Araçá-boi	<i>A. fraterculus</i> (28)
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	<i>A. fraterculus</i> (841) <i>A. obliqua</i> (72) <i>A. sororcula</i> (115) <i>C. capitata</i> (57)
<i>Marlierea sylvatica</i> (Gardner) Kiaersk.	Camucá	<i>A. fraterculus</i> (3)
<i>Myrcia lineata</i> (Berg) G.M. Barroso	Araçá-branco	<i>A. fraterculus</i> (62) <i>A. distincta</i> (4) <i>A. amita</i> (2)
<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg	Jabuticaba	<i>A. fraterculus</i> (31) <i>A. obliqua</i> (5) <i>A. zenildae</i> (3)

continua...

Família botânica / Espécie ¹	Nome vernacular	Espécies de tefritídeos (Quant.) ²
		<i>A. leptozona</i> (1) <i>C. capitata</i> (3)
<i>Myrciaria glazioviana</i> (Kiaersk.) G.M. Barroso	Cabeludinha	<i>A. fraterculus</i> (151) <i>C. capitata</i> (3)
<i>Psidium acutangulum</i> DC.	Araçá-perim	<i>A. fraterculus</i> (1)
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Araçá-do-Ipiranga	<i>A. fraterculus</i> (53)
<i>Psidium myrtooides</i> O. Berg	Araçá-una	<i>A. fraterculus</i> (390) <i>A. sororcula</i> (28) <i>A. zenildae</i> (3) <i>A. distincta</i> (2) <i>A. bahiensis</i> (1) <i>C. capitata</i> (3)
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	<i>A. fraterculus</i> (5.575) <i>A. zenildae</i> (119) <i>A. sororcula</i> (86) <i>A. obliqua</i> (43) <i>A. distincta</i> (6) <i>A. dissimilis</i> (2) <i>C. capitata</i> (198)
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Araçá-do-campo	<i>A. fraterculus</i> (127) <i>A. sororcula</i> (12) <i>A. obliqua</i> (5)
<i>Psidium</i> sp.	Araçá-do-mato	<i>A. fraterculus</i> (154) <i>A. sororcula</i> (16)
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jamelão	<i>C. capitata</i> (9)
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	Jambo-vermelho	<i>A. fraterculus</i> (303) <i>A. obliqua</i> (20) <i>A. zenildae</i> (4) <i>A. sororcula</i> (1) <i>C. capitata</i> (7)
Oxalidaceae		
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	<i>A. obliqua</i> (1.432) <i>A. fraterculus</i> (255) <i>A. distincta</i> (7) <i>A. sororcula</i> (1) <i>A. serpentina</i> (1) <i>C. capitata</i> (207)
Passifloraceae		
<i>Passiflora alata</i> Curtis	Maracujá-doce	<i>A. pseudoparallela</i> (15)
<i>Passiflora edulis</i> Sims	Maracujá-amarelo	<i>A. pseudoparallela</i> (4) <i>A. obliqua</i> (1) <i>C. capitata</i> (1)
Rosaceae		
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nêspera	<i>A. fraterculus</i> (364) <i>A. bahiensis</i> (21) <i>A. distincta</i> (1) <i>C. capitata</i> (207)
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Pêssego	<i>A. fraterculus</i> (365) <i>A. sororcula</i> (5) <i>C. capitata</i> (372)

continua...

Família botânica / Espécie ¹	Nome vernacular	Espécies de tefritídeos (Quant.) ²
Rubiaceae		
<i>Coffea arabica</i> L.	Café arábica	<i>A. fraterculus</i> (446) <i>A. obliqua</i> (21) <i>A. sororcula</i> (5) <i>C. capitata</i> (2.280)
<i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner	Café 'Conilon'	<i>A. fraterculus</i> (4) <i>A. zenildae</i> (1) <i>A. serpentina</i> (1) <i>C. capitata</i> (83)
Rutaceae		
<i>Citrus deliciosa</i> Tem.	Mexerica	<i>C. capitata</i> (2)
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Tangerina Ponkan	<i>A. fraterculus</i> (1) <i>C. capitata</i> (4)
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja doce	<i>A. fraterculus</i> (16) <i>C. capitata</i> (3)
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta	<i>A. obliqua</i> (78) <i>C. capitata</i> (199)
Sapotaceae		
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Abiu-roxo	<i>A. serpentina</i> (24) <i>C. capitata</i> (17)
<i>Manilkara bella</i> Monach.	Paraju	<i>A. serpentina</i> (1)
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Sapoti	<i>C. capitata</i> (7)
<i>Mimusops commersonii</i> (G. Don) Engl.	Abriçó-da-praia	<i>A. serpentina</i> (10) <i>A. obliqua</i> (1)
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Abiu-amarelo	<i>A. serpentina</i> (1.240) <i>A. leptozona</i> (267) <i>A. fraterculus</i> (3) <i>A. zenildae</i> (1) <i>C. capitata</i> (79)
<i>Pouteria macahensis</i> Pennington	Zete	<i>A. serpentina</i> (1)
<i>Pouteria psammophila</i> (Mart.) Radlk.	Leiteiro-branco	<i>A. serpentina</i> (3)
Solanaceae		
<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta-biquinho	<i>C. capitata</i> (7)

- As espécies de tefritídeos em negrito são novas associações com a planta hospedeira, de acordo com alistagem de Zucchi (2011). ¹Nomenclatura botânica sistematizada pela web site Tropicos.org. (2011); ²Quantidade de exemplares fêmeas identificadas das espécies.

(*Psidium guajava* L.), *A. distincta* em Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.) e Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. obliqua* em Cucurbitaceae (*Cucurbita pepo* L.), Fabaceae (*Inga edulis* Mart.), Muntingiaceae (*Muntingia calabura* L.) e Passifloraceae (*Passiflora edulis* Sims), *A. serpentina* em Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.), *A. sororcula* em Malpighiaceae (*Malpighia glabra* L.) e *A. zenildae* em Rubiaceae (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner).

A. obliqua em Muntingiaceae é o primeiro registro de infestação dessa família por mosca-das-frutas no Brasil.

O registro de *A. obliqua* em Cucurbitaceae (abóbora-moranga – *Cucurbita pepo* L.) é um resultado novo e não esperado. Essa família é, normalmente, infestada por *A. grandis* e, no Brasil, os cinco únicos registros de plantas dessa família como hospedeiras de tefritídeos são *Citrullus lanatus*, *Cucumis sativus*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita moschata* e *Cucurbita pepo* infestadas por essa espécie (Zucchi, 2011). Há registros, em Cucurbitaceae, de *C. capitata* em frutos de chuchu (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) no estado de Minas Gerais (Zucchi, 2001) e na Florida, EUA, para *A. suspensa* (Loew) no melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) e em *Momordica balsamina* L. (Norrbon, 2011).

A obtenção de novas famílias de plantas hospedeiras de tefritídeos nesse estudo mostra que esse número tende a aumentar com novos levantamentos, sobretudo em plantas nativas (Aluja *et al.*, 2003; Moroni *et al.*, 2004; Uramoto *et al.*, 2008ab).

A. fraterculus (33), *A. obliqua* (24) e *A. sororcula* (13) foram as espécies desse gênero com maior número de hospedeiros (Tabela 3). Essas espécies estão entre as moscas-das-frutas de maior importância econômica e com os maiores números de hospedeiros no Brasil (Zucchi, 2007).

Tabela 3. Espécies de moscas-das-frutas associadas a plantas hospedeiras no estado do Espírito Santo. Março de 1997 a julho de 2010

Espécies de tefritídeos	Plantas hospedeiras ¹		
	Família	Espécie	Nome vernacular
<i>A. amita</i>	Myrtaceae	- <i>Myrcia lineata</i>	- Araçá-branco
<i>A. bahiensis</i>	Myrtaceae	- <i>Eugenia brasiliensis</i>	- Grumixama
		- <i>Eugenia luschnathiana</i>	- Pitomba
		- <i>Eugenia platyphylla</i>	- Batinga grumixama
		- <i>Psidium myrtoides</i>	- Araçá-una
	Rosaceae	- <i>Eriobotrya japonica</i>	- Nêspira
<i>A. bezzii</i>	Malvaceae	- <i>Sterculia elata</i>	- Arixixá
<i>A. dissimilis</i>	Myrtaceae	- <i>Psidium guajava</i>	- Goiaba
<i>A. distincta</i>	Anacardiaceae	- <i>Spondias dulcis</i>	- Cajá-manga
	Fabaceae	- <i>Inga edulis</i>	- Ingá-de-metro
		- <i>Inga laurina</i>	- Ingá-da-praia
		- <i>Inga marginata</i>	- Ingá-mirin
		- <i>Inga</i> sp.	- Ingá
Myrtaceae	- <i>Myrcia lineata</i>	- Araçá-branco	
		- <i>Psidium guajava</i>	- Goiaba

continua...

Espécies de tefritídeos	Plantas hospedeiras ¹		
	Família	Espécie	Nome vernacular
<i>A. fraterculus</i>		- <i>Psidium myrtoides</i>	- Araçá-una
	Oxalidaceae	- <i>Averrhoa carambola</i>	- Carambola
	Rosaceae	- <i>Eriobotrya japonica</i>	- Nêspira
	Anacardiaceae	- <i>Anacardium occidentale</i>	- Caju
		- <i>Mangifera indica</i>	- Manga
		- <i>Spondias dulcis</i>	- Cajá-manga
	Annonaceae	- <i>Annona dolabripetala</i>	- Pinha-da-mata
	Caricaceae	- <i>Carica papaya</i>	- Mamão
	Combretaceae	- <i>Terminalia catappa</i>	- Castanheira
	Malpighiaceae	- <i>Malpighia glabra</i>	- Acerola
	Myrtaceae	- <i>Eugenia brasiliensis</i>	- Grumixama
		- <i>Eugenia involucrata</i>	- Cereja do Rio Grande
		- <i>Eugenia luschnathiana</i>	- Pitomba
		- <i>Eugenia platyphylla</i>	- Batinga grumixama
		- <i>Eugenia santensis</i>	- Papaguela
		- <i>Eugenia stipitata</i>	- Araçá-boi
		- <i>Eugenia uniflora</i>	- Pitanga
		- <i>Marlierea sylvatica</i>	- Camucá
		- <i>Myrcia lineata</i>	- Araçá-branco
		- <i>Myrciaria cauliflora</i>	- Jabuticaba
		- <i>Myrciaria glazioviana</i>	- Cabeludinha
		- <i>Psidium acutangulum</i>	- Araçá-perim
		- <i>Psidium cattleianum</i>	- Araçá-do-Ipiranga
		- <i>Psidium guajava</i>	- Goiaba
		- <i>Psidium guineense</i>	- Araçá-do-campo
		- <i>Psidium myrtoides</i>	- Araçá-una
		- <i>Psidium</i> sp.	- Araçá-do-mato
	- <i>Syzygium malaccense</i>	- Jambo-vermelho	
	Oxalidaceae	- <i>Averrhoa carambola</i>	- Carambola
	Rosaceae	- <i>Eriobotrya japonica</i>	- Nêspira
		- <i>Prunus persica</i>	- Pêssego
	Rubiaceae	- <i>Coffea arabica</i>	- Café arábica
		- <i>Coffea canephora</i>	- Café 'Conilon'
	Rutaceae	- <i>Citrus reticulata</i>	- Tangerina Ponkan
		- <i>Citrus sinensis</i>	- Laranja
	Sapotaceae	- <i>Pouteria caimito</i>	- Abiu-amarelo
<i>A. fumipennis</i>	Apocynaceae	- <i>Geissospermum laeve</i>	- Pau pereira
<i>A. grandis</i>	Cucurbitaceae	- <i>Cucurbita maxima</i>	- Mini-moranga
		- <i>Cucurbita pepo</i>	- Abóbora
<i>A. leptozona</i>	Myrtaceae	- <i>Myrciaria cauliflora</i>	- Jabuticaba
	Sapotaceae	- <i>Pouteria caimito</i>	- Abiu-amarelo
<i>A. obliqua</i>	Anacardiaceae	- <i>Anacardium occidentale</i>	- Caju

continua...

Espécies de tefritídeos	Plantas hospedeiras ¹		
	Família	Espécie	Nome vernacular
		- <i>Mangifera indica</i>	- Manga
		- <i>Spondias dulcis</i>	- Cajá-manga
		- <i>Spondias macrocarpa</i>	- Cajá-mirim
		- <i>Spondias mombin</i>	- Taperebá
		- <i>Spondias purpurea</i>	- Seriguela
		- <i>Spondias</i> sp.	- Cajazinho
		- <i>Spondias venulosa</i>	- Cajá
		- <i>Thyrsodium schomburgkianum</i>	- Acarana
	Cucurbitaceae	- <i>Cucurbita pepo</i>	- Abóbora
	Fabaceae	- <i>Inga edulis</i>	- Ingá-de-metro
	Malpighiaceae	- <i>Malpighia glabra</i>	- Acerola
	Muntingiaceae	- <i>Muntingia calabura</i>	- Calabura
	Myrtaceae	- <i>Eugenia brasiliensis</i>	- Grumixama
		- <i>Eugenia uniflora</i>	- Pitanga
		- <i>Myrciaria cauliflora</i>	- Jabuticaba
		- <i>Psidium guajava</i>	- Goiaba
		- <i>Psidium guineense</i>	- Araçá-do-campo
		- <i>Syzygium malaccense</i>	- Jambo-vermelho
	Oxalidaceae	- <i>Averrhoa carambola</i>	- Carambola
	Passifloraceae	- <i>Passiflora edulis</i>	- Maracujá-amarelo
	Rubiaceae	- <i>Coffea arabica</i>	- Café arábica
	Rutaceae	- <i>Murraya paniculata</i>	- Murta
	Sapotaceae	- <i>Mimusops commersonii</i>	- Abriçó-da-praia
<i>A. pseudoparallela</i>	Passifloraceae	- <i>Passiflora alata</i>	- Maracujá-doce
		- <i>Passiflora edulis</i>	- Maracujá-amarelo
<i>A. serpentina</i>	Oxalidaceae	- <i>Averrhoa carambola</i>	- Carambola
	Rubiaceae	- <i>Coffea canephora</i>	- Café 'Conilon'
	Sapotaceae	- <i>Chrysophyllum cainito</i>	- Abiu-roxo
		- <i>Manilkara bella</i>	- Paraju
		- <i>Mimusops commersonii</i>	- Abriçó-da-praia
		- <i>Pouteria caimito</i>	- Abiu-amarelo
		- <i>Pouteria macahensis</i>	- Zete
		- <i>Pouteria psammophila</i>	- Leiteiro-branco
<i>A. sororcula</i>	Anacardiaceae	- <i>Spondias dulcis</i>	- Cajá-manga
	Malpighiaceae	- <i>Malpighia glabra</i>	- Acerola
	Myrtaceae	- <i>Eugenia brasiliensis</i>	- Grumixama
		- <i>Eugenia luschnathiana</i>	- Pitomba
		- <i>Eugenia uniflora</i>	- Pitanga
		- <i>Psidium guajava</i>	- Goiaba
		- <i>Psidium guineense</i>	- Araçá-do-campo
		- <i>Psidium myrtoides</i>	- Araçá-una
		- <i>Psidium</i> sp.	- Araçá-do-mato

continua...

Espécies de tefritídeos	Plantas hospedeiras ¹		
	Família	Espécie	Nome vernacular
		- <i>Syzygium malaccense</i>	- Jambo-vermelho
	Oxalidaceae	- <i>Averrhoa carambola</i>	- Carambola
	Rosaceae	- <i>Prunus persica</i>	- Pêssego
	Rubiaceae	- <i>Coffea arabica</i>	- Café arábica
<i>A. zenildae</i>	Anacardiaceae	- <i>Spondias dulcis</i>	- Cajá-manga
	Myrtaceae	- <i>Myrciaria cauliflora</i>	- Jabuticaba
		- <i>Psidium guajava</i>	- Goiaba
		- <i>Psidium myrtoides</i>	- Araçá-una
	Rubiaceae	- <i>Syzygium malaccense</i>	- Jambo-vermelho
	- <i>Coffea canephora</i>	- Café 'Conilon'	
	Sapotaceae	- <i>Pouteria caimito</i>	- Abiu-amarelo
<i>C. capitata</i>	Anacardiaceae	- <i>Mangifera indica</i>	- Manga
		- <i>Spondias dulcis</i>	- Cajá-manga
		- <i>Spondias purpurea</i>	- Seriguela
	Caricaceae	- <i>Carica papaya</i>	- Mamão
	Chrysobalanaceae	- <i>Licania tomentosa</i>	- Oiti
	Clusiaceae	- <i>Garcinia macrophylla</i>	- Bacupari
	Combretaceae	- <i>Terminalia catappa</i>	- Castanheira
	Malpighiaceae	- <i>Malpighia glabra</i>	- Acerola
	Myrtaceae	- <i>Eugenia uniflora</i>	- Pitanga
		- <i>Myrciaria cauliflora</i>	- Jabuticaba
		- <i>Myrciaria glazioviana</i>	- Cabeludinha
		- <i>Psidium guajava</i>	- Goiaba
		- <i>Psidium myrtoides</i>	- Araçá-una
		- <i>Syzygium cumini</i>	- Jamelão
		- <i>Syzygium malaccense</i>	- Jambo-vermelho
	Oxalidaceae	- <i>Averrhoa carambola</i>	- Carambola
	Passifloraceae	- <i>Passiflora edulis</i>	- Maracujá-amarelo
	Rosaceae	- <i>Eriobotrya japonica</i>	- Nêspera
		- <i>Prunus persica</i>	- Pêssego
	Rubiaceae	- <i>Coffea arabica</i>	- Café arábica
		- <i>Coffea canephora</i>	- Café 'Conilon'
	Rutaceae	- <i>Citrus deliciosa</i>	- Mexerica
		- <i>Citrus reticulata</i>	- Tangerina
		- <i>Citrus sinensis</i>	- Laranja
		- <i>Murraya paniculata</i>	- Murta
	Sapotaceae	- <i>Chrysophyllum cainito</i>	- Abiu-roxo
		- <i>Manilkara zapota</i>	- Sapoti
- <i>Pouteria caimito</i>		- Abiu-amarelo	
	Solanaceae	- <i>Capsicum chinense</i>	- Pimenta-biquinho

- As espécies de plantas hospedeiras em negrito são novas associações com as espécies de tefritídeos, de acordo com alistagem de Zucchi (2011). ¹ Nomenclatura botânica sistematizada pela web site Tropicos.org. (2011).

Goiaba (*Psidium guajava* L.) com sete espécies; carambola (*Averrhoa carambola* L.), cajá-manga (*Spondias dulcis* Park.) e araçá-una (*Psidium myrtoides* O. Berg) com seis; jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg), jambovermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry) e abiu-amarelo (*Pouteria caimito* (Engl.) Eyma) com cinco; e acerola (*Malpighia glabra* L.), grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), nêspera (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), café arábica (*Coffea arabica* L.) e café ‘Conilon’ (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) com quatro espécies cada uma, foram os frutos com maiores números de ocorrência de espécies de tefritídeos. A maioria destas plantas é hospedeira de espécies importantes de tefritídeos (Malavasi *et al.*, 2000; Zucchi, 2001 e 2007), e como estão presentes na maioria dos pólos de produção de frutas do Estado podem servir como multiplicadoras de populações de moscas, sobretudo a do café arábica, um excelente hospedeiro de moscas-das-frutas (Raga *et al.*, 2002; Martins *et al.*, 2000).

O café ‘Conilon’ (*C. canephora*) é hospedeiro de quatro espécies de tefritídeos, mas com índice de infestação muito baixo, e não atua como repositório natural de moscas-das-frutas (Raga *et al.*, 2002; Martins *et al.*, 2000a).

A. fraterculus foi o tefritídeo mais frequente (92,5%) infestando frutos de goiaba (*Psidium guajava*), diferindo do que é relatado em outros Estados, como *A. zenildae* predominando no Norte de Minas Gerais (Canal *et al.*, 1998), *A. zenildae* e *A. sororcula* no Nordeste (Moura & Moura, 2006) e *A. striata* na região Norte do país (Selivon, 2000; Malavasi *et al.*, 2000). O hospedeiro primário destas espécies ocorre em grande extensão geográfica e com utilização diferente por região. Esta variação no padrão comportamental das espécies por hospedeiro e região biogeográficas foram relatadas por Malavasi *et al.* (2000) e Selivon (2000).

Murta (*Murraya paniculata*), batinga grumixama (*Eugenia platyphylla*), pitomba (*Eugenia luschnathiana*), abiu-amarelo (*Pouteria caimito*), ingá-da-praia (*Inga laurina*), pitanga (*Eugenia uniflora*) e cajá-mirim (*Spondias macrocarpa*), foram as espécies mais infestadas, com índices superiores a 200 pupários/kg de fruto. O limite mínimo de infestação por moscas-das-frutas, para o hospedeiro ser considerado primário é de 30 pupários/kg de fruto (Araújo, 2002) e 37 das 62 espécies hospedeiras superaram esse limite (Tabela 4).

Tabela 4. Índice de infestação das espécies de frutos com emergências de moscas-das-frutas, coletadas no estado do Espírito Santo. Período: março/1997 a julho/2010

Espécie	Massa dos frutos		Nº de frutos	Nº de pupários	Índice de Infestação	
	Amostra (kg)	Unitário (g)			Pupários por fruto	Pupários por kg
<i>Anacardium occidentale</i>	25,49	44,56	572	54	0,094	2,119
<i>Annona dolabripetala</i>	0,26	10,83	24	1	0,042	3,846
<i>Averrhoa carambola</i>	155,95	44,95	3.469	7.489	2,159	48,023
<i>Capsicum chinense</i>	0,35	1,32	268	17	0,063	48,571
<i>Carica papaya</i>	67,89	315,77	215	2.228	10,363	32,817
<i>Chryrophyllum cainito</i>	2,42	59,08	41	149	3,634	61,509
<i>Citrus deliciosa</i>	28,10	90,64	310	57	0,184	2,029
<i>Citrus reticulata</i>	35,40	126,87	279	69	0,247	1,949
<i>Citrus sinensis</i>	113,88	162,92	699	231	0,330	2,028
<i>Coffea arabica</i>	101,65	1,25	81.077	4.978	0,061	48,972
<i>Coffea canephora</i>	32,76	0,82	39.921	118	0,003	3,602
<i>Cucurbita maxima</i>	0,96	160,00	6	13	2,167	13,542
<i>Cucurbita pepo</i>	24,14	893,89	27	124	4,593	5,138
<i>Eriobotrya japonica</i>	27,25	10,70	2.546	2.382	0,936	87,398
<i>Eugenia brasiliensis</i>	7,67	4,76	1612	1.437	0,891	187,353
<i>Eugenia luschnathiana</i>	0,12	5,22	23	37	1,609	307,334
<i>Eugenia platyphylla</i>	0,06	2,73	22	25	1,136	416,667
<i>Eugenia santensis</i>	0,15	19,14	8	10	1,250	65,317
<i>Eugenia stipitata</i>	2,09	77,54	27	80	2,963	38,212
<i>Eugenia uniflora</i>	20,97	2,89	7.263	4.555	0,627	217,197
<i>Garcinia macrophylla</i>	18,44	6,63	2.781	4	0,001	0,217
<i>Geissospermum laeve</i>	2,31	23,34	99	13	0,131	5,626
<i>Inga edulis</i>	31,44	109,55	287	2.913	10,150	92,651
<i>Inga laurina</i>	0,05	2,19	24	12	0,500	228,528
<i>Inga marginata</i>	2,33	9,32	250	292	1,168	125,322
<i>Inga sp.</i>	4,34	61,19	71	390	5,493	89,771
<i>Licania tomentosa</i>	11,82	39,92	296	254	0,858	21,496
<i>Malpighia glabra</i>	56,58	5,25	10.776	870	0,081	15,375
<i>Mangifera indica</i>	146,46	250,79	584	1.207	2,067	8,241
<i>Manilkara bella</i>	0,12	17,41	7	8	1,143	65,628
<i>Manilkara zapota</i>	6,93	147,50	47	14	0,298	2,020
<i>Marlierea sylvatica</i>	0,26	3,35	79	6	0,076	22,643
<i>Mimusops commersonii</i>	15,50	25,12	617	49	0,079	3,161
<i>Muntingia calabura</i>	1,36	2,59	524	1	0,002	0,736
<i>Murraya paniculata</i>	0,67	0,43	1.542	404	0,262	604,890
<i>Myrcia lineata</i>	2,53	9,11	278	226	0,813	89,195
<i>Myrciaria cauliflora</i>	17,97	4,79	3.748	306	0,082	17,028
<i>Myrciaria glazioviana</i>	2,37	4,91	484	422	0,872	177,709
<i>Passiflora alata</i>	3,98	104,74	38	76	2,000	19,095
<i>Passiflora edulis</i>	23,72	111,37	213	45	0,211	1,897
<i>Pouteria caimito</i>	20,92	54,34	385	5.169	13,426	247,084
<i>Pouteria macahensis</i>	0,12	5,18	23	4	0,174	33,549
<i>Pouteria psammophila</i>	0,22	20,26	11	10	0,909	44,863

continua...

...continuação.

Espécie	Massa dos frutos		Nº de frutos	Nº de pupários	Índice de Infestação	
	Amostra (kg)	Unitário (g)			Pupários por fruto	Pupários por kg
<i>Prunus avium</i>	0,42	3,89	108	38	0,352	90,476
<i>Prunus persica</i>	9,57	27,19	352	1.794	5,097	187,461
<i>Psidium acutangulum</i>	1,07	15,07	71	18	0,254	16,822
<i>Psidium cattleianum</i>	1,61	24,03	67	143	2,134	88,693
<i>Psidium guajava</i>	278,20	81,75	3.403	23.698	6,964	85,184
<i>Psidium guineense</i>	3,17	8,09	392	407	1,038	128,292
<i>Psidium myrtooides</i>	16,56	3,15	5.257	1.659	0,316	100,189
<i>Psidium sp.</i>	3,55	7,91	449	655	1,459	184,507
<i>Spondias dulcis</i>	111,13	84,12	1.321	5.319	4,026	47,864
<i>Spondias sp.</i>	4,08	16,92	241	193	0,801	47,344
<i>Spondias mombin</i>	0,30	11,43	26	51	1,962	171,544
<i>Spondias purpurea</i>	9,79	10,60	924	1.011	1,094	103,233
<i>Spondias macrocarpa</i>	7,70	31,03	248	1.549	6,246	201,273
<i>Spondias venulosa</i>	0,79	28,11	28	19	0,679	24,136
<i>Sterculia elata</i>	0,92	228,89	4	109	27,250	119,054
<i>Syzygium cumini</i>	3,24	4,26	760	18	0,024	5,564
<i>Syzygium malaccense</i>	81,90	76,47	1.071	1.181	1,103	14,419
<i>Terminalia catappa</i>	14,74	23,78	620	402	0,648	27,269
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	0,26	3,61	72	21	0,292	80,769

Os índices de infestação não correspondem diretamente aos danos pelas moscas-das-frutas, pois os frutos não foram analisados individualmente, mas o nível de infestação nos diferentes hospedeiros é um importante indicador (Veloso, 1997).

C. capitata apresentou alta polifagia, infestando 29 plantas de 14 famílias, com destaque para Myrtaceae, com sete espécies hospedeiras. Esses dados comparados com aqueles alistados por Zucchi (2001) e Uchôa-Fenandes & Nicácio (2010), mostram nove novas associações de plantas hospedeiras com *C. capitata*: Clusiaceae (bacupari - *Garcinia macrophylla* Mart.); Myrtaceae (araçá-una - *Psidium myrtooides* O. Berg, cabeludinha - *Myrciaria glazioviana* (Kiaersk.) G.M. Barroso ex Sobral, jambo-vermelho - *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry e jamelão - *Syzygium cumini* (L.) Skeels); Passifloraceae (maracujá-amarelo - *Passiflora edulis* Sims); Rutaceae (murta - *Murraya paniculata* (L.) Jack), sapotaceae (abiu-roxo - *Chrysophyllum cainito* L.) e Solanaceae (pimenta-biquinho - *Capsicum chinense* Jacq.).

C. capitata apresentou preferência marcante por frutos de plantas introduzidas no país, corroborando resultados obtidos por Malvasi *et al.* (1980), Morgante (1991), Ovruski *et al.* (2003) e Segura *et al.* (2006).

CONCLUSÕES

- Cinquenta e seis espécies de 17 famílias de plantas foram estabelecidas como hospedeiros naturais de 14 espécies de *Anastrepha* e 29 espécies de 14 famílias de *Ceratitis capitata*.
- Nove novas associações de plantas hospedeiras foram estabelecidas para *C. capitata* e 53 para 11 espécies de *Anastrepha*.
- Novas espécies de tefritídeos foram registradas para nove famílias de plantas hospedeiras.
- A infestação da família Muntingiaceae (*A. obliqua* em *Muntingia calabura*) por mosca-das-frutas foi registrada pela primeira vez no Brasil.
- Myrtaceae foi a família com maior número de plantas hospedeiras de moscas-das-frutas no estado do Espírito Santo.
- *Anastrepha fraterculus*, seguida de *C. capitata* e *A. obliqua*, foram as espécies mais polífagas no estado do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

- Aluja, M. Rull, J.; Sivinski, J.; Norrbom, A.L.; Wharton, R.A.; Macías-Ordóñez, R.; Días-Fleischer, F.; López, M. 2003. Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rain forest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, México. *Environmental Entomology*, 32: 1377-1385.
- Araújo, E.L. 2002. Dípteros frugívoros (Tephritidae e Lonchaeidae) na região de Mossoró-Assu, estado do Rio Grande do Norte. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, SP.
- Bernays, E.; Graham, M. 1988. On the evolution of host specificity in phytophagous arthropods. *Ecology*, 69: 886-892.
- Canal, N.A.; Alvarenga, C.D.; Zucchi, R.A. 1998. Níveis de infestação de goiaba por *Anastrepha zenildae* Zucchi, 1979 (Dip., Tephritidae), em pomares comerciais do Norte de Minas Gerais. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27: 657-

661.

Donadio, L.C. 2007. Dicionário das frutas. Jaboticabal, SP, 300p.

Donadio, L.C.; Nachtigal, J.C.; Sacramento, C.K. 1998. Frutas exóticas. Jaboticabal, SP: Funep, 279p.

Hernández-Ortiz, V. 1992. El género *Anastrepha* Schiner en México (Diptera: Tephritidae): taxonomía, distribución y plantas hospederas. Xalapa, Instituto de Ecología. Sociedad Mexicana de Entomología, 162p.

Liquido, N.J.; Barr, P.G.; Cunningham, R.T. 1998. Med host, an encyclopedic bibliography of the host plants of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). In: Thompson, F.C. (Ed.). Fruit fly expert identification system and systematic information database. Leiden: North American Dipterists' Society; Backhuys. Diptera data dissemination, disk 1.1 CD-ROM.

Malavasi, A.; Morgante, J.S. 1980. Biologia de moscas-das-frutas (Diptera - Tephritidae). II. Índice de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. Revista Brasileira de Biologia, 40: 17-24.

Malavasi, A.; Morgante, J.S.; Zucchi R.A. 1980. Biologia de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiros e ocorrência. Revista Brasileira de Biologia, 40: 9-16.

Malavasi, A.; Zucchi, R.A.; Sugayama, R.L. 2000. Biogeografia. In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.93-98.

Martins, D.S.; Teixeira, M.M.; Malavasi, A. 2000a. Evaluation of two coffee species as host of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the Espírito Santo State, Brazil. In: International Congress of Entomology, 21., Foz do Iguaçu. Abstracts... Foz do Iguaçu, PR, Brazil: Sociedade Entomológica do Brasil, pp.71.

Martins, D.S.; Uramoto, K.; Lani, M.C.R. 2005. Diversidade de moscas-das-frutas nas áreas monitoradas no norte do Espírito Santo pelo Programa de Exportação do Mamão Brasileiro para os Estados Unidos. In: Martins, D.S. (Ed.). Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão. Vitória-ES: Incaper,

pp.493-497.

- Martins, D.S.; Uramoto, K.; Malavasi, A. 2000b. Host plants of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the State of Espírito Santo, Brazil. *In: International Congress of Entomology*, 21., Foz do Iguaçu. Abstracts... Foz do Iguaçu, PR, Brazil: Sociedade Entomológica do Brasil, pp.71.
- Morgante, J.S. 1982. Biologia evolutiva de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Tese (Livre Docência) - Instituto de Biociências/USP, São Paulo, SP.
- Morgante, J.S. 1991. Moscas-das-frutas (Tephritidae): características biológicas, detecção e controle. Brasília, MAARA/SENIR, 19p. (Boletim Técnico de Recomendações para os Perímetros Irrigados do Vale de São Francisco, 2).
- Moroni, V.C.; Uchôa-Fernandes, M.A.; Sciamarelli, A.; Silva, M.F. 2004. Espécies de moscas (Diptera: Tephritoidea) em frutos da Reserva Florestal do Azulão, município de Dourados, MS. *In: Congresso Brasileiro de Entomologia*, 20., Gramado. Resumos... Gramado, RS: Sociedade Entomológica do Brasil, p.651.
- Moura, A.P.; Moura, D.C.M. 2006. Espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas à cultura da goiabeira (*Psidium guajava* Linnaeus) em Fortaleza, Ceará. *Arquivos do Instituto Biológico*, 73: 65-71.
- Norrbom, A.L. 2010. Fruit fly (Tephritidae) species database. Disponível em: <<http://www.sel.barc.usda.gov:8080/diptera/Tephritidae/TephName/search.html>>. Acesso em: 06 dez. 2010.
- Norrbom, A.L. 2011. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host plant database. Disponível em: <<http://www.sel.barc.usda.gov:591/diptera/Tephritidae/TephHosts/search.html>>. Acesso em: 26 apr. 2011.
- Norrbom, A.L.; Zucchi, R.A; Hernández-Ortiz, V. 1999. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotripanini) based on morphology. *In: Norrbom, A.L.; Aluja, M. (Ed.). Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior*. Boca Raton: CRC Press, pp.299-342.
- Ovruski, S.; Schliserman, P.; Aluja, M. 2003. Native and introduced host plants of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in

- Northwestern Argentina. *Journal of Economic Entomology*, 96: 1108-1118.
- Raga, A.; Prestes, D.A.O.; Souza Filho, M.F.; Sato, M.E.; Siloto, R.C.; Zucchi, R.A. 2002. Occurrence of fruit flies in coffee varieties in the State of São Paulo, Brazil. *Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas*, 28: 519-524.
- Segura, D.F.; Vera, M.T.; Cagnotti, C.L.; Vaccaro, N.; De Coll, O.; Ovruski, S.M.; Cladera, J.L. 2006. Relative abundance of *Ceratitidis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in diverse host species and localities of Argentina. *Annals of the Entomological Society of America*, 99: 70-83.
- Selivon, D. 2000. Relações com as plantas hospedeiras. In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.87-91.
- Singer, M.C.; Vasco, D.; Thomas, C.D. 1992. Rapidly evolving associations among oviposition preferences fail to constrain evolution of insect diet. *The American Naturalist*, 139: 9-20.
- Tropicos.org. 2011. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 03 apr. 2011.
- Uchôa-Fernandes, M. A.; Nicácio, J. 2010. New records of Neotropical fruit flies (Tephritidae), lance flies (Lonchaeidae) (Diptera: Tephritoidea), and their host plants in the South Pantanal and adjacent areas, Brazil. *Annals of the Entomological Society of America*, 103: 723-733.
- Uramoto, K.; Martins, D.S.; Lima, R.A.; Zucchi, R.A. 2008b. Host plant record for the fruit flies, *Anastrepha fumipennis* and *A. nascimentoi* (Diptera, Tephritidae). *Journal of Insect Science*, 8, n.45.
- Uramoto, K.; Martins, D.S.; Zucchi, R.A. 2008a. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their associations with native host plants in a remnant area of the highly endangered Atlantic Rain Forest in the State of Espírito Santo, Brazil. *Bulletin of Entomological Research*, 98: 457-466.
- Veloso V.R.S. 1997. Dinâmica populacional de *Anastrepha* spp. e *Ceratitidis capitata* (Wied., 1824) (Diptera, Tephritidae) nos cerrados de Goiás. 115p. Tese

(Doutorado) – Escola de Agronomia/Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO.

Zucchi, R.A. 2000. Espécies de *Anastrepha*, sinonímias, plantas hospedeiras e parasitóides. *In:* Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.41-48.

Zucchi, R.A. 2001. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *In:* Vilela, E.F.; Zucchi, R.A.; Cantor, F. (Eds.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.15-22.

Zucchi, R.A. 2007. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* en Brasil. *In:* Hernández-Ortiz, V. (Ed.). Moscas de las frutas en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo. México, D.F., pp.77-100.

Zucchi, R.A. 2011. Fruit flies in Brazil: *Anastrepha* species host plants and parasitoids. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso em: 17 fev. 2011.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DO CAFÉ ARÁBICA E ‘CONILON’ COMO HOSPEDEIROS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

RESUMO

A infestação natural de moscas-das-frutas em lavouras de café arábica (*Coffea arabica* L.) e ‘Conilon’ (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) foi avaliada em diferentes regiões do Espírito Santo. A infestação forçada de *Ceratitis capitata* (Wied.) foi, também, estudada em frutos das cvs. Catuaí Vermelho (*C. arabica*) e Conilon (*C. canephora*), mais plantadas no Estado, para avaliar a capacidade hospedeira dessas espécies para moscas-das-frutas. Amostras de 226 propriedades com cultivo de café (139 de arábica e 87 de ‘Conilon’) em 25 municípios foram obtidas de 1997 a 2010, totalizando 134,5 kg e 120.998 frutos. Os índices de infestação foram de 99,9 pupas/kg de frutos de café arábica e de 2,2 no de café ‘Conilon’. *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus* (Wied.) apresentaram maior ocorrência em café, sendo a primeira, a mais frequente nas duas espécies de café. As associações de *A. serpentina* e *A. zenildae* com *C. canephora* e de *A. obliqua* em *C. arabica* foram registradas pela primeira vez no Brasil. O menor tamanho e a pouca espessura do mesocarpo dos frutos de *C. canephora* (cv. Conilon) pode explicar a baixa infestação de moscas-das-frutas nessa espécie por limitar o desenvolvimento das larvas desses insetos. A infestação natural do café arábica foi 45 vezes superior à do ‘Conilon’, demonstrando ser um hospedeiro mais favorável e importante como repositório natural de populações de Tephritidae.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus*

EVALUATION OF ARABIC AND ‘CONILON’ COFFEE AS POSSIBLE FRUIT FLY (DIPTERA: TEPHRITIDAE) HOSTS

ABSTRACT

Natural infestation in plantations of arabic (*Coffea arabica* L.) and ‘Conilon’ (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) coffee by fruit flies in Espírito Santo State, Brazil, was investigated, as well as forced infestation cherries by *Ceratitis capitata*. The aim was to check both the status of these two coffee species as hosts for fruit flies, and their importance as natural repositories of fruit fly populations. Samples were obtained from 226 coffee farms (139 of arabic and 87 of ‘Conilon’ coffee) in 25 counties, during 1997 to 2010, with 134.5 kg and 120,998 fruits evaluated. The indices of infestation were 99.9 pupae/kg of fruit in arabic and 2.2 in ‘Conilon’, thus 45.4 times greater in the former. *C. capitata*, the most frequent, and *Anastrepha fraterculus*, were the most common tephritids found in coffee under natural conditions. The indices of forced infestation by *C. capitata* were 4.7 pupae/rosette in arabic and zero in ‘Conilon’. The low infestation in ‘Conilon’ is due to physical characteristics of its fruit, such as fruit-size and peel thickness. *C. canephora*, in contrast to *C. arabica*, proved to be highly unfavorable for fruit flies, with little importance as a natural repository of tephritid populations in the regions where this type of coffee is cultivated.

Key words: *Coffea arabica*; *Coffea canephora*; *Ceratitis capitata*; *Anastrepha fraterculus*

INTRODUÇÃO

O estado do Espírito Santo cultiva duas espécies de café em condições edafoclimáticas distintas e delimitadas pelo relevo e clima, as quais determinam também o tipo de exploração de frutíferas nessas regiões. As cultivares de café arábica (*Coffea arabica* L.) são plantadas em regiões de clima mais ameno com temperatura entre 19 e 21°C e altitude superior a 500m, onde os cultivos de fruteiras temperadas e subtropicais estão localizados. Por outro lado, o café ‘Conilon’ (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) é produzido em áreas mais quentes (22 a 26°C) com altitudes inferiores a 500 metros, onde os cultivos de fruteiras tropicais estão concentrados no Estado (Dadalto & Taques, 2007).

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são consideradas um dos principais problemas fitossanitários da fruticultura mundial pelas perdas na produção e exportação da fruta *in natura*, devido às imposições quarentenárias dos países importadores. Esses insetos, especialmente *Ceratitis capitata* (Wied.) têm sido registrados na cultura do café em várias regiões do mundo (Abasa, 1973; Vargas *et al.*, 1995; Cuculiza & Torres, 1975) e têm importância econômica em cafezais no Brasil, principalmente nos estados da Bahia e de Minas Gerais (Cividanes *et al.*, 1993, Baeta-Neves *et al.*, 2002). A mosca-do-mediterrâneo *C. capitata* e a mosca-sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied.) são as espécies desse grupo, comumente, associadas ao café (*C. arabica* e *C. canephora*) (Raga *et al.*, 1996 e 2002, Malavasi *et al.*, 1980; Torres, 2004; Aguiar-Menezes *et al.*, 2007). Essas espécies estão, amplamente, distribuídas no país em grande número de espécies de frutas e consideradas as mais importantes para a fruticultura brasileira (Zucchi, 2001 e 2010).

Os Tephritidae não danificam, diretamente, os grãos do café por se alimentarem, apenas, da mucilagem (mesocarpo). Os prejuízos são causados pela perda da qualidade do produto devido a queda prematura dos frutos e aumento do número de defeitos na pós-colheita, o que reduz a qualidade da bebida (Cividanes *et al.*, 1993; Baeta-Neves *et al.*, 2002) e valor do lote produzido (Matiello *et al.*, 2002; Souza *et al.*, 2003).

O café, amplamente cultivado no Brasil, é importante para a sucessão hospedeira, contribui para a multiplicação e manutenção de populações de tefritídeos

em diferentes regiões do país, de onde se dispersam ao final da frutificação para outras frutíferas (Puzzi & Orlando, 1965, Orlando & Sampaio, 1973; Aguiar-Menezes & Menezes, 1996).

O Brasil produz, comercialmente, as duas espécies de café, mas a maioria dos trabalhos citando seus frutos como hospedeiros de moscas-das-frutas refere-se a *C. arabica*, provavelmente, por ser essa espécie mais cultivada no país. O cultivo do café no estado do Espírito Santo tem 1/3 com arábica e 2/3 com 'Conilon'. O objetivo deste trabalho foi verificar o *status* de *C. arabica* e *C. canephora* como plantas hospedeiras e a importância das mesmas como repositórios naturais de populações de moscas-das-frutas.

MATERIAL E MÉTODOS

No primeiro estudo, a infestação natural de moscas-das-frutas em lavouras de café *C. arabica* e *C. canephora* foi avaliada em diferentes regiões do estado do Espírito Santo e, no segundo, as cvs. Catuaí Vermelho (*C. arabica*) e Conilon (*C. canephora*) foram submetidas à infestação forçada em campo e laboratório.

A infestação foi avaliada de 1997 a 2010 em 25 municípios, cinco com cultivo de arábica, nove com 'Conilon' e 11 com as duas espécies de café. As amostras foram coletadas em 226 propriedades, sendo 139 com arábica e 87 com 'Conilon', totalizando 134,5 kg e 120.998 frutos e 101,7 kg, sendo 81.077 de café arábica e 32,8 kg e 39.921 de 'Conilon'. Essas amostras foram coletadas no estágio de maturação "cereja" acondicionadas em sacos de papel e transportadas para os laboratórios do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) para processamento. Os frutos foram pesados, contados e dispostos em caixas plásticas teladas com uma camada de areia umedecida (≈ 2 cm) para obtenção dos pupários. Esse substrato foi peneirado em malha de $1,5\text{mm}^2$, por duas vezes, em intervalo de 10 dias, para separação e contagem dos pupários que foram transferidos para gaiolas teladas para obtenção de adultos das moscas-das-frutas. Esses adultos foram identificados no Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (DB/IB/USP).

As infestações forçadas em laboratório e campo foram realizadas de julho a agosto de 2008. O primeiro experimento no Laboratório de Semioquímicos e

Comportamento de Insetos do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa (UFV) com uma criação de *C. capitata* originada a partir de pupas da criação do DB/IB/USP. Essa criação foi mantida com dieta a base de levedo de cerveja (Zucoloto *et al.*, 1979; Souza, 2010) com metodologia de Zucoloto (1987). O segundo experimento foi conduzido na área experimental de melhoramento de café da UFV com frutos de *C. arabica* e *C. canephora* em delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições. Cada parcela teve uma roseta de café com 10 frutos maduros “cereja” escolhida ao acaso na planta, isolada em uma gaiola de náilon (40 x 30 cm), tipo saco, com 10 casais desta mosca, sexualmente maduros. As moscas receberam água e dieta alimentar a base de levedo, hidrolisado de proteína e mel durante o período de infestação de 10 dias. Os frutos de cada roseta foram acondicionados em recipientes plásticos com tampa telada com areia umedecida no seu interior para obtenção dos pupários. O desenvolvimento da mosca-do-mediterrâneo, da fase de ovo a formação da pupa, foi avaliado no experimento de laboratório em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições e os tratamentos foram os alimentos: i) casca dos frutos com mucilagem da cv. Catuaí Vermelho (*C. arabica*), ii) casca com mucilagem de ‘Conilon’ (*C. canephora*) e iii) testemunha [dieta a base de farelo de soja, ácido cítrico, açúcar comum (cristal), benzoato de sódio, e água destilada (Zucoloto *et al.*, 1979)]. Dez ovos foram colocados por repetição em 11g dos substratos alimentares em potes plásticos (5,8cm altura x 7,5cm diâmetro) e observados até o estágio de pupa.

O peso, tamanho e volume da casca com mucilagem dos frutos das cvs. Catuaí Vermelho e do Conilon foram determinados em seis repetições de 100 frutos maduros cada uma. O peso e o volume da casca com mucilagem de cada fruto foram obtidos pela diferença dos pesos e volumes dos frutos *in natura* e das sementes. As sementes foram lavadas após repouso por 48 horas em água para remoção da mucilagem aderida às mesmas. Dez amostras, com 10 frutos cada uma, de cada espécie de café, foram utilizadas para se obter o diâmetro e a espessura da casca e da camada de mucilagem (mesocarpo) dos frutos. Esses frutos foram pesados, seu comprimento medido com paquímetro digital e congeladas (-6°C por 6 horas) para serem cortados na sua parte mediana entre a coroa e a região de inserção do pecíolo no fruto com bisturi cirúrgico descartável. A medida da espessura da casca e do mesocarpo foi obtida com ocular milimétrica (WILD® 10x/21) acoplada a uma lupa Olympus® SZ40, tomando-se como referência as regiões de contato das duas

sementes nos lados opostos do fruto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O café arábica foi infestado por moscas-das-frutas em todos os municípios, tendo 93,5% das propriedades com frutos infestados, obtendo-se 4.978 pupas desses insetos, enquanto que o café ‘Conilon’ apresentou infestação em 24,1% das propriedades amostradas com apenas 118 pupas obtidas (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1. Dados da infestação por moscas-das-frutas em café *Coffea arabica* e *Coffea canephora* de 1997 a 2010 no estado do Espírito Santo

Parâmetros avaliados	Espécie de café	
	<i>C. arabica</i>	<i>C. canephora</i>
municípios avaliados (nº)	16	20
lavouras avaliadas (nº)	139	87
total de frutos avaliados (nº)	81.077	39.921
massa de frutos avaliados (kg)	101,7	32,8
massa média de frutos de amostras não infestadas (g)	1,57	0,80
massa média de frutos de amostras infestadas (g)	1,60	0,92
pupários obtidos (nº)	4.978	118
índice de infestação (pupas/kg de frutos cereja)	99,9	2,2
<i>Ceratitis capitata</i> (número de machos e fêmeas)	2.280	83
<i>Anastrepha</i> spp. (número de machos e fêmeas)	918	10
<i>Anastrepha fraterculus</i> (número de fêmeas)	446	4
<i>Anastrepha zenildae</i> (número de fêmeas)	0	1
<i>Anastrepha obliqua</i> (número de fêmeas)	21	0
<i>Anastrepha serpentina</i> (número de fêmeas)	0	1
<i>Anastrepha sororcula</i> (número de fêmeas)	5	0

Do total de 3.291 adultos de moscas, 97,2% delas foram obtidas em café arábica, sendo 71,3% de *C. capitata* e 28,7% de *A. fraterculus*. *Ceratitis capitata* foi a mais freqüente, também, no café ‘Conilon’. Estes resultados corroboram aqueles nos estados de São Paulo (Raga et al. 1996, 2002), Bahia (Torres 2004) e Rio de Janeiro (Aguiar-Menezes et al. 2007) com *C. capitata* sendo a espécie mais importante para o café. *Anastrepha fraterculus* foi a mais freqüente entre as espécies desse gênero que infestaram o café. Isto sugere sua adaptação a esse hospedeiro introduzido no país no século XVIII e contrariando, de certa forma, observações de

que espécies desse gênero infestam, preferencialmente, hospedeiros nativos (Malavasi & Morgante 1980). *Anastrepha sororcula* Zucchi e *Anastrepha obliqua* (Macquart) foram, também, obtidas em *C. arabica* e *A. serpentina* (Wied.) e *A. zenildae* em *C. canephora*. Este é o primeiro registro de *A. serpentina* e *A. zenildae* em *C. canephora* (Norrbon, 2010) e, no Brasil, de *A. obliqua* em *C. arabica* (Zucchi, 2011). Infestações acidentais de moscas-das-frutas em café no Brasil foram, também, registradas nos estados de São Paulo e do Rio de Janeiro para *A. sororcula* (Malavasi *et al.*, 1980, Raga *et al.*, 1996 e 2002; Aguiar-Menezes *et al.*, 2007) e na Bahia com *A. striata* Schiner e *A. distincta* Greene (Torres, 2004). Os frutos de café podem ser, também, infestados por espécies de moscas da família Lonchaeidae (Aguiar-menezes *et al.*, 2007; Strikis & Prado, 2007).

Os índices de infestação de moscas-das-frutas nas duas espécies de café foi, cerca de 45 vezes maior em café arábica que no ‘Conilon’ (Tabela 2), com 99,6 pupas/kg de fruto do primeiro e 2,2 do segundo.

Tabela 2. Infestação natural em frutos de café arábica *Coffea arabica* (cv. Catuaí Vermelho) por moscas-das-frutas, no estado do Espírito Santo. Período de 1997 a 2010

Municípios avaliados	Nº de lavouras avaliadas		Frutos observados		Nº de pupas	Nº de espécimes capturados ¹		Índice de infestação pupas/kg
	Total	Infestadas	Nº	kg		Cc	A. spp.	
Colatina	5	5	1.489	1,50	508	189	74	338,7
Conceição do Castelo	5	5	1.071	1,75	548	270	51	313,1
Domingos Martins	8	8	1.980	3,03	279	48	105	92,1
Ibiraçu	4	4	998	1,35	11	2	0	8,1
João Neiva	5	5	1.165	1,75	49	8	19	28,0
Linhares	2	1	49	0,82	1	1	0	5,6
Marechal Floriano	6	6	1.185	2,10	152	69	28	72,4
Marilândia	1	1	14	0,16	23	21	2	153,3
Pancas	5	5	1.340	1,50	255	70	22	170,0
Santa Leopoldina	5	4	1.351	2,00	101	1	15	50,5
Santa Maria de Jetibá	5	5	1.046	1,75	52	25	10	25,1
Santa Teresa	4	4	1.047	1,54	114	68	7	74,0
Sooretama	12	9	8.491	9,26	427	235	9	46,1
Vargem Alta	11	11	3.444	5,60	282	124	45	50,4
Venda Nova do Imigrante	57	53	55.482	66,33	1.994	1.092	518	29,85
Viana	4	4	925	1,21	182	57	13	136,4
Total/Média	139	130	81.077	101,65	4.978	2.280	918	99,9

A maior suscetibilidade do arábica foi, também, verificada em seis cultivares desse café com infestação 31,8 vezes maior que a cv. Robusta (Raga *et al.*, 1996). Levantamentos em 26 municípios do estado de São Paulo mostraram índice médio de infestação de moscas-das-frutas de 58,8 pupas/kg em 11 cultivares de café arábica e zero para a cv. Robusta (Raga *et al.*, 2002).

Tabela 3. Infestação natural em frutos de café *Coffea canephora* (cv. Conilon) por moscas-das-frutas, no estado do Espírito Santo. Período de 1997 a 2010

Municípios avaliados	Nº de lavouras avaliadas		Frutos observados		Nº de pupas	Nº de espécimes capturados ¹		Índice de infestação pupas/kg
	Total	Infestadas	Nº	kg		Cc	A. spp.	
Alfredo Chaves	1	0	500	0,40	0	0	0	0
Aracruz	5	1	1.843	1,50	2	0	1	1,3
Colatina	5	1	2.056	1,50	1	1	0	0,7
Conceição da Barra	2	0	717	0,60	0	0	0	0
Domingos Martins	1	0	390	0,40	0	0	0	0
Fundão	5	1	2.407	1,50	2	1	1	1,3
Ibiraçu	5	0	2.247	1,75	0	0	0	0
Jaguapé	5	0	2.188	1,50	0	0	0	0
João Neiva	4	1	1.718	1,40	2	2	0	1,4
Linhares	16	7	6.531	6,69	14	8	0	2,1
Marilândia	2	1	921	1,08	2	0	2	1,9
Pancas	4	1	1.980	1,30	1	1	0	0,8
Pedro Canário	5	0	2.205	1,50	0	0	0	0
Pinheiros	5	0	2.444	1,50	0	0	0	0
Rio Bananal	2	0	991	1,01	0	0	0	0
Santa Teresa	4	2	1.439	1,20	2	0	2	1,7
São Mateus	4	0	1.924	1,20	0	0	0	0
Sooretama	5	1	2.820	2,56	4	3	0	1,6
Venda N. do Imigrante	4	3	3.556	3,51	83	67	3	16,3
Viana	3	2	1.044	0,66	5	0	1	7,6
Total/Média	87	21	39.921	32,76	118	83	10	2,2

Amostras com frutos de café arábica e ‘Conilon’ com maior peso foram mais infestadas que aquelas com menor peso (Tabela 1), sugerindo preferência das moscas-das-frutas por frutos de maior tamanho. Essa relação direta entre a infestação por esses insetos e o tamanho do fruto foi mostrada por Souza (2010) em que o diâmetro do fruto de *C. arabica* e *C. canephora* influenciou significativamente o número de ovos depositados nos frutos de suas rosetas. Assim, é provável, que

cultivares de café *C. canephora* com frutos maiores, encontradas em algumas variedades melhoradas e clonais desse grupo, seja mais infestada por moscas-das-frutas que a tradicional ‘Conilon’.

A infestação forçada de *C. capitata* nas duas espécies de café, em campo, mostrou valores médios de 4,7 pupas/roseta por 10 frutos de café arábica e zero no ‘Conilon’ (Figura 1). Essa maior resistência do café *C. canephora* foi, também, mostrada em outros locais e estaria associada às características físicas dos frutos (Raga *et al.*, 1996 e 2002, Souza 2010), o que fica evidente comparando-se as características dos frutos das duas espécies de café (Tabela 4 e 5). A cultivar Conilon apresenta tamanho de fruto e espessuras da casca e do mesocarpo menores que da cultivar Catuaí Vermelho. O volume da casca e do mesocarpo representou 58% nos frutos do café arábica podem disponibilizar mais espaço e alimento para o desenvolvimento das larvas de tefritídeos que os de ‘Conilon’ com, aproximadamente 19%, equivalendo a um volume três vezes menor que o do arábica. A mucilagem do café ‘Conilon’ foi 76,3% menor que o arábica

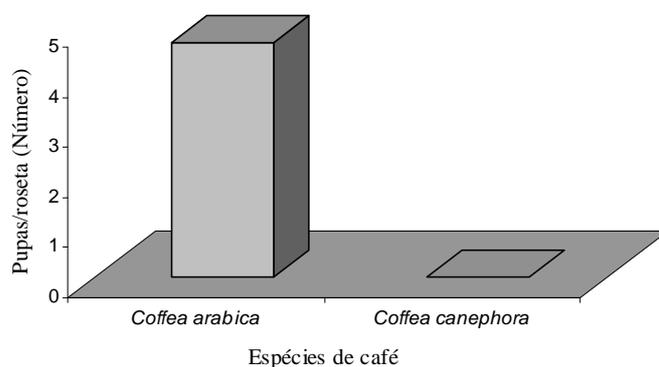


Figura 1. Infestação forçada de *Ceratitis capitata* em café arábica cv. Catuaí Vermelho (*Coffea arabica*) e cv. Conilon (*C. canephora*).

A baixa infestação de tefritídeos no café ‘Conilon’ pode ser atribuída ao menor tamanho e ao fato do mesocarpo de seus frutos ser pouco espesso e menos aquosos que os de arábica. A casca desses frutos fica, praticamente, aderida às suas duas sementes com a camada de mucilagem (mesocarpo) muito menor que a do arábica o que, provavelmente, limita o desenvolvimento das larvas que utiliza essa parte do fruto como abrigo e alimento. Essas observações sugerem que os fatores limitantes para o desenvolvimento larval são físicos e não químicos, pois os

números de pupas obtidos de larvas de *C. capitata* foram semelhantes alimentando-se da mucilagem dos frutos das duas espécies de café (Figura 2).

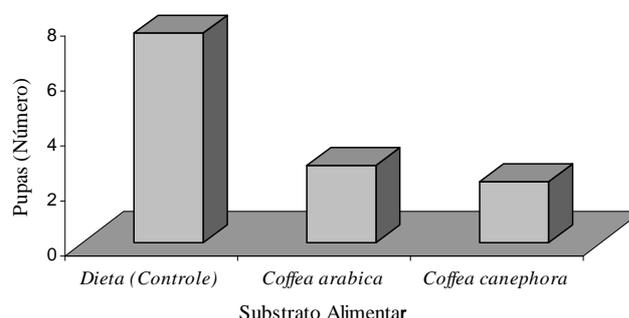


Figura 2. Desenvolvimento de *C. capitata* (ovo a pupa) em três substratos alimentares.

Tabela 4. Massa e volume do fruto, da semente e da casca com mucilagem de 100 frutos de café arábica (*Coffea arabica*) e ‘Conilon’ (*C. canephora*)

Espécie de café	Massa (g)			Relação B/A (%)	Volume (ml)			Relação D/C (%)
	fruto (A)	semente	casca com mucilagem (B)		fruto (C)	semente	casca com mucilagem (D)	
<i>C. arabica</i> ¹	156,0 a	72,0 a	84,0 a	53,8 a	395,0 a	164,2 a	230,8 a	58,4 a
<i>C. canephora</i> ²	85,2 a	51,3 b	33,8 b	39,8 b	176,6 b	143,7 b	32,9 b	18,6 b

¹Cultivar Catuaí Vermelho; ²café ‘Conilon’; ³Medias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P < 0,01).

Tabela 5. Comprimento, diâmetro e largura da casca e do mesocarpo de frutos de café arábica (*Coffea arabica*) e ‘Conilon’ (*Coffea canephora*)

Espécie de café	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Casca ³ (mm)	Camada de mucilagem ⁴ (mm)
<i>C. arabica</i> ¹	14,4 a	13,0 a	0,39 a	1,52 a
<i>C. canephora</i> ²	13,9 b	10,0 b	0,21 b	0,36 b

¹cultivar Catuaí Vermelho; ²café ‘Conilon’; ³largura da casca e de ⁴camada de mucilagem nas regiões de contato das duas sementes próxima da superfície interior da casca dos dois lados do fruto; ⁵médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P < 0,01).

CONCLUSÕES

- *Coffea arabica* apresentou maior suscetibilidade a moscas-das-frutas que o café ‘Conilon’ *Coffea canephora*.
- *C. capitata* e *A. fraterculus* foram espécies com maior ocorrência em café

(*Coffea arabica* e *Coffea canephora*) no estado do Espírito Santo, sendo *C. capitata* a mais frequente nas duas espécies de café.

- São registradas, pela primeira vez, as associações de *A. serpentina* e *A. zenildae* com *Coffea canephora* e, no Brasil, a de *A. obliqua* em *Coffea arabica*.
- A baixa infestação de moscas-das-frutas em *Coffea canephora* ('Conilon') pode ser atribuída às características físicas de seus frutos, pois o tamanho reduzido e a pouca espessura do mesocarpo limitam o desenvolvimento das larvas desses insetos.
- *Coffea arabica* mostrou-se extremamente favorável às moscas-das-frutas e, por isto, de grande importância como repositório natural de populações de tefritídeos.

REFERÊNCIAS

- Abasa, R.O. 1973. Observations on the seasonal emergence of fruit flies on a Kenya coffee state and studies of the pest status of *Ceratitis capitata* (Wied.) in coffee. East African Agricultural and Forest Journal, 39: 144-148.
- Aguiar-Menezes, E.L.; Menezes, E.B. 1996. Flutuação populacional das moscas-das-frutas e sua relação com a disponibilidade hospedeira em Itaguaí. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 25: 223-232.
- Aguiar-Menezes, E.L.; Souza, S.A.S.; Santos, C.M.A.; Resende, A.L.S.; Strikis, P.C., Costa, J.R.; Ricci, M.S.F. 2007. Susceptibilidade de seis cultivares de café arábica às moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) em sistema orgânico com e sem arborização em Valença, RJ. Neotropical Entomology, 36: 268-273.
- Baeta-Neves, A.M.; Tofani, S.R.M.; Geraldo, B.S.; Silva, E.R. 2002. Mosca no café. Cultivar, 4: 4-35.
- Cividanes, F.J.; Nakano, O.; Melo, O. 1993. Avaliação da qualidade de frutos de café atacados por *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae). Scientia Agricola, 50: 220-225.
- Cuculiza, T.M.; Torres, V.E. 1975. Moscas de la fruta em las principales hospederas del Vale de Huanuco. Revista Peruana de Entomologia, 18: 76-79.
- Dadalto, G.G; Taques, R.C. 2007. Zoneamento agroclimatológico para a cultura do

- café Conilon no estado do Espírito Santo. In: Ferrão, R.G.; Fonseca, A.F.A.; Bragança, S.M.; Ferrão, M.A.G.; De Muner, L.H. Café Conilon. Vitória, ES: Incaper, pp.51-63.
- Malavasi, A.; Morgante, J.S. 1980. Biologia de moscas-das-frutas (Diptera-Tephritidae). II. Índice de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. Revista Brasileira de Biologia, 40: 17-24.
- Malavasi, A.; Morgante, J.S.; Zucchi R.A. 1980. Biologia de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiros e ocorrência. Revista Brasileira de Biologia, 40: 9-16.
- Matiello, J.B.; Santinato, R.; Garcia, A.W.R.; Almeida, S.R.; Fernandes, D.R. 2002. Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 387p.
- Norrbom, A.L. 2011. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host plant database. Disponível em: <http://www.sel.barc.usda.gov:8080/diptera/Tephritidae/TephHosts/search.html>. Acesso em: 7 apr. 2011.
- Orlando, A.; Sampaio, A.S. 1973. "Moscas-das-frutas". O Biológico, 39: 143-150.
- Puzzi, D.; Orlando, A. 1965. Estudos sobre ecologia das moscas-das-frutas (Tripetidae) no estado de São Paulo, visando o controle racional da praga. Arquivos do Instituto Biológico, 32: 9-22.
- Raga, A.; Prestes, D.A.O.; Souza Filho, M.F.; Sato, M.E.; Siloto, R.C.; Zucchi, R.A. 2002. Occurrence of fruit flies in coffee varieties in the State of São Paulo, Brazil. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas, 28: 519-524.
- Raga, A.; Souza Filho, M.F.; Arthur, V.; Martins, A.L.M. 1996. Avaliação da infestação de moscas-das-frutas em variedades de café (*Coffea* spp.). Arquivos do Instituto Biológico, 63: 59-63.
- Ribeiro Junior, J.I. 2001. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa, MG: UFV, 301p.
- Souza, J.C.; Sequalini, A.T.; Justino, E.; Ribeiro, G.C. 2003. Moscas-das-frutas *Ceratitis capitata*: grande ameaça à produção de café descascado e de frutas na agricultura irrigada do Oeste da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas

- Cafeeiras, 29., Araxá. Anais... Araxá-MG: MAPA-SDR/PROCAFÉ; SPC/DECAF-Fundação PROCAFÉ; Consórcio Brasileiro de P&D-Café Embrapa, pp.265-266.
- Souza, S.A.S. 2010. Oviposição de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. 41f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Strikis, P.C.; Prado, A.P. 2007. *Neosilba* (Tephritoidea: Lonchaeidae) species reared from *Coffee* in Brazil, with description of a new species. Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Salvador, 2007. pp.187-193.
- Torres, C.A.S. 2004. Diversidade de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e de seus parasitóides em cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA.
- Vargas, R.I.; Walsh, W.A.; Nishida, T. 1995. Colonization of newly planted coffee fields: dominance of Mediterranean fruit fly over oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 88: 620-627.
- Zucchi, R.A. 2001. Mosca-do-Mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: Vilela, E.F.; Zucchi, R.A.; Cantor, F. (Eds.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.15-22.
- Zucchi, R.A. 2007. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* en Brasil. In: Hernández-Ortiz, V. (Ed.). Moscas de las frutas en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo. México, D.F., pp.77-100.
- Zucchi, R.A. 2011. Fruit flies in Brazil: *Anastrepha* species host plants and parasitoids. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso em: 7 apr. 2011.
- Zucoloto, F.S. 1987. Feeding habits of *Ceratitis capitata*: can larvae recognize a nutritional effective diet? *Journal of Insect Physiology*, 33: 349-353.

Zucoloto, F.S.; Puschel, S.; Message, C.M. 1979. Valor nutritivo de algumas dietas artificiais para *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). Boletim de Zoologia da Universidade da São Paulo, 4: 75-80.

CAPÍTULO 4

STATUS DA REGIÃO DE PRODUÇÃO DE MAMÃO DO ESPÍRITO SANTO COMO ÁREA DE BAIXA PREVALÊNCIA DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

RESUMO

O estudo objetivou fornecer subsídios para o estabelecimento do Pólo de Produção de Mamão do Espírito Santo como Área de Baixa Prevalência (ABP) de moscas-das-frutas. Os níveis populacionais de tefritídeos foram avaliados nas áreas de produção do Programa de Exportação do Mamão para os Estados Unidos, de setembro de 1998 a agosto de 2010. O monitoramento foi realizado em 495 pomares comerciais, com armadilhas McPhail contendo isca atrativa de proteína hidrolisada (5%) para a captura de espécies de *Anastrepha* e armadilhas Jackson com isca trimedlure para espécimes de *Ceratitis capitata* (Wied.) e com metil-eugenol para *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock. Um total de 35.052 coletas semanais foram realizadas com a captura de 13.718 exemplares de *C. capitata* e 10.495 espécimes de 35 espécies de *Anastrepha*, sendo *A. fraterculus* a mais frequente. Populações de *C. capitata* e *Anastrepha* foram muito baixas na região durante todo o ciclo da cultura. *C. capitata* não foi capturada em 95,8% das semanas avaliadas e em 86,7% não se constatou espécimes de *Anastrepha*. Em 99,8% das coletas, a densidade das populações se manteve abaixo do nível de segurança do Programa de Exportação ($MAD < 1$). Os MAD da região foram bem inferiores aos níveis adotados em outros países como nível para a intervenção de controle: 98,9% dos casos para *C. capitata* e 99,2% para *Anastrepha*. O mamão da região Norte do estado do Espírito Santo, segundo as normas internacionais da FAO, é cultivado em área de baixa prevalência de moscas-das-frutas e, portanto, com forte indicativo para o estabelecimento de uma ABP - Área de Baixa Prevalência de Moscas-das-frutas.

Palavras-chave: *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus*, Systems approach, *Carica papaya*, Papaia, Sistema de Mitigação de Risco.

**STATUS OF THE PAPAYA CROP REGION IN THE STATE OF ESPÍRITO
SANTO, BRAZIL, AS AN AREA OF LOW PREVALENCE OF FRUIT FLIES
(DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

ABSTRACT

The objective of this study was to provide information regarding establishment the Area of Production of Papaya of the Espírito Santo State, Brazil, as an Area of Low Prevalence (ALP) of fruit flies. The population levels of fruit flies were evaluated in the areas of papaya crop production for the Program of Export of the Papaya to the United States during September 1998 to August 2010. This study was carried out in 495 commercial papaya crops using McPhail traps containing protein attractive bait to capture species of *Anastrepha*. Also used were Jackson traps with trimedlure bait to collect specimens of *Ceratitis capitata* (Wied.) and methyl-eugenol bait to capture *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock. Samples were collected weekly (35,052 samples total) and 13,718 individuals of *C. capitata* and 10,495 of *Anastrepha* belonging to 35 species were captured. *A. fraterculus* was the most common species. The populations of *C. capitata* and *Anastrepha* were very low during the whole cycle of papaya crops. In 95.8% of the samples no *C. capitata* were captured, and in 86.7% no *Anastrepha* were captured. In 99.8% of samples, the fruit fly population densities stayed below the level of safety as established by the Export Program (FTD < 1). The FTD of the studied area was very low compared with the levels adopted by other countries for *C. capitata* and *Anastrepha* spp. According to FAO International Rules, the papaya crop area of the North Area of Espírito Santo State is an area of low prevalence of fruit flies. These results provide strong evidence for the establishment of an ALP - Area of Low Prevalence of Fruit flies.

Key words: *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus*, Systems approach, *Carica papaya*, Papaya, Risk Mitigation System.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de *Ceratitis capitata* (Wied.) em frutos de mamão (*Carica papaya* L.) foi observada no Havaí (Keck, 1942), Florida (Weems Jr., 1962) e Brasil (Martins & Alves, 1988). A mosca-do-papaya *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker e três outras espécies de *Anastrepha*, a mosca-do-caribe *A. suspensa* (Loew), a mosca-mexicana *A. ludens* (Loew) e a *A. obliqua* (Macquart) são referidas para o mamão em outros países (Norrbon, 2011). Apenas a última ocorre no Brasil, mas não tem o mamoeiro entre seus hospedeiros (Zucchi, 2007 e 2011).

No Brasil, apenas duas espécies de moscas-das-frutas infestam frutos do mamoeiro, *C. capitata* e *Anastrepha fraterculus* (Wied.), com predominância da primeira (Martins & Alves, 1988; Martins *et al.*, 1993). Essas espécies são as mais importantes para a fruticultura brasileira por infestarem a maioria das frutas e por dificultar as exportações de frutas frescas, devido a restrições quarentenárias dos países importadores (Nascimento, 1990; Malavasi *et al.*, 1994). O mamão também sofre estas restrições apesar de ser hospedeiro secundário de tefritídeos (Martins & Alves, 1988; Martins *et al.*, 1993).

O Brasil deixou de exportar mamão para o mercado americano por 13 anos (1985 a 1998) e retornou a esse mercado, somente, após o desenvolvimento de um programa de redução de riscos de infestação por tefritídeos, aplicado no Pólo de Mamão do Espírito Santo, denominado *systems approach* (APHIS, 1997b; 1998). Esse sistema tem forte base biológica e ecológica integrando fatores biológicos da praga, fisiológicos da fruta e operacionais de boas práticas na pré-colheita e pós-colheita dos frutos, conferindo segurança quarentenária exigida pelos países importadores e sem tratamento pós-colheita (Jang & Moffitt, 1994; Malavasi, 2000b; Martins & Malavasi, 1999 e 2003ab).

Populações de moscas-das-frutas são tão baixas em áreas de baixa prevalência (ABP), onde se aplica o conceito de *systems approach*, que a possibilidade de infestação fica próxima a zero (Malavasi, 2000a). Este modelo permite a exportação de frutas sem a necessidade de tratamento quarentenário (APHIS, 1991, 1992ab, 1997ab e 1998; Armstrong, 1991; Yokoyama *et al.*, 1992; Moffitt, 1990; Simpson, 1993; Martins, 2003).

A Norma Internacional de Medidas Fitossanitária, NIMF n° 22, da Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais (CIPV) da Organização das

Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) (IPPC/FAO, 2011a), estabelece que uma área de baixa prevalência deve ter populações da espécie-alvo em nível, constantemente baixo, durante o ano.

A aplicação do *systems approach* na cultura do mamoeiro no Brasil, baseia-se, principalmente, no nível tecnológico utilizado (Martins & Costa, 2003), na resistência dos frutos, em estágios comerciais de colheita, conferida pela alta concentração natural de benzil-isotiocianato (BITC) (Tang, 1971 e 1973; Seo & Tang, 1982; Seo *et al.*, 1983) e na baixa densidade populacional das espécies-alvo, *C. capitata* e *A. fraterculus*, na região (Martins & Malavasi, 2003b).

Este trabalho teve como objetivo consolidar esse reconhecimento e subsidiar o estabelecimento do Pólo de Produção de Mamão do Espírito Santo como Área de Baixa Prevalência de Moscas-das-frutas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido com a base de dados oficiais do monitoramento de moscas-das-frutas do Programa de Exportação do Mamão do Brasil para os Estados Unidos, coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA).

As coletas foram realizadas na região Norte do Estado, entre as coordenadas 17°53' S e 20°01' S de latitude e entre 39°40' W e 40°47' W de longitude. Nove municípios foram monitorados com 495 campos de produção comercial do Pólo de Produção de Mamão do Espírito Santo, durante 12 anos, de setembro de 1998 a agosto de 2010 (Figura 1).

Os critérios e procedimentos para aplicação de medidas integradas em um enfoque de Sistema de Manejo de Risco (*systems approach*) das pragas *C. capitata* e *A. fraterculus*, no âmbito do Programa de Exportação de Mamão do Brasil para os Estados Unidos, encontram-se descritos em Brasil (2008). Os campos de produção foram georreferenciados no cadastramento e acompanhados por técnicos da Superintendência Federal de Agricultura do Espírito Santo (SFA-ES)/MAPA.

Uma armadilha foi instalada por hectare cultivado, na altura do cacho de frutos e sob as folhas da planta. Metade delas eram do tipo McPhail, com 300 ml de solução atrativa de proteína hidrolisada de milho a 5% (pH entre 8,5 e 9,0), para a coleta de espécimes de *Anastrepha*. A outra metade das armadilhas foi do tipo

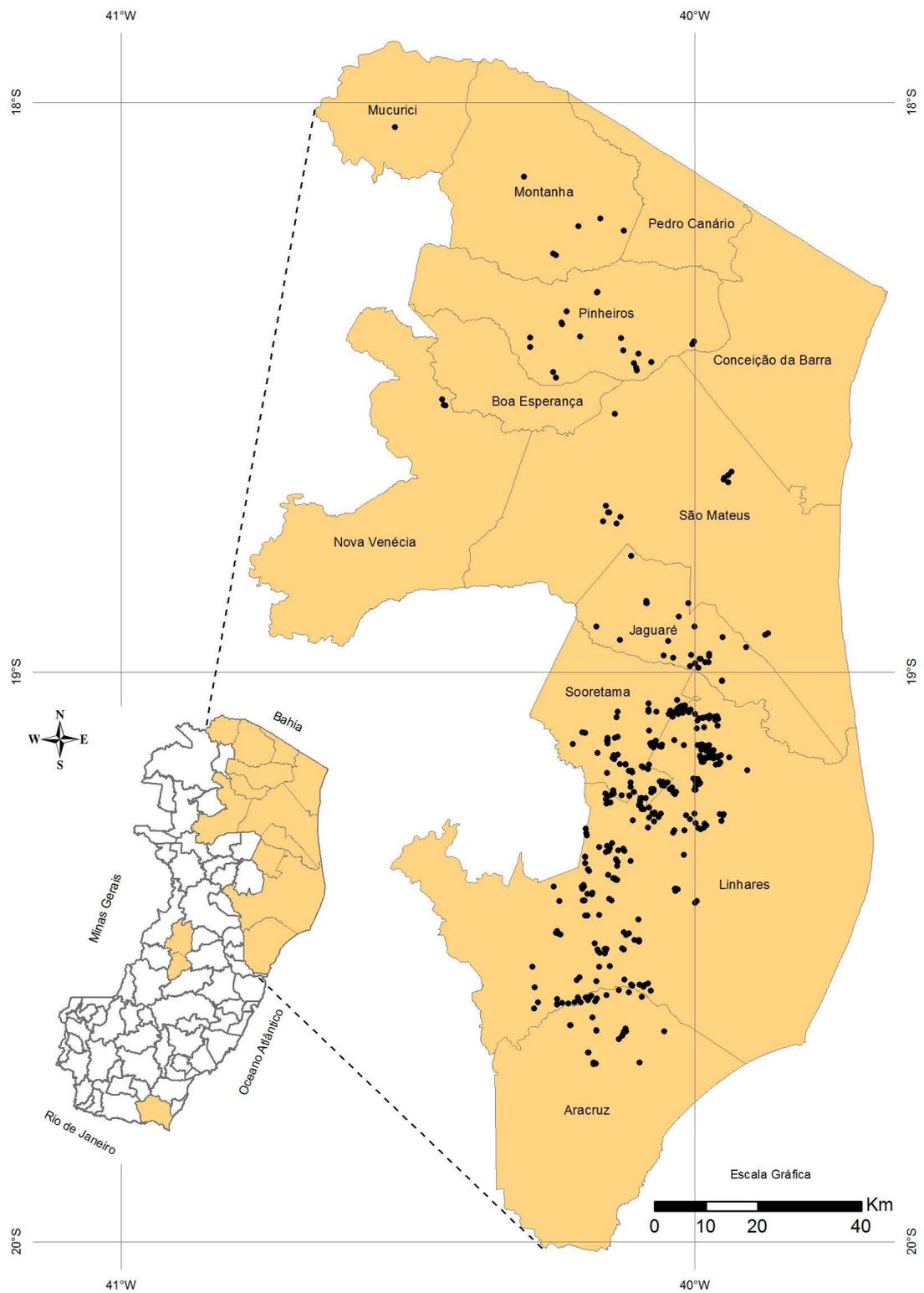


Figura 1. Pólo de Mamão do Espírito Santo com a demarcação dos 495 campos de produção de mamão monitorados do Programa de Exportação do Mamão do Brasil para os Estados Unidos, no período de setembro de 1998 a agosto de 2010.

Jackson com o feromônio trimedlure para captura de machos de *C. capitata*.

Uma armadilha Jackson, com metil-eugenol, foi instalada para cada cinco armadilhas desse tipo, com trimedlure, para detectar a possível presença da mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, na região.

As armadilhas McPhail foram examinadas, semanalmente, para a coleta dos espécimes de *Anastrepha* e a troca da solução atrativa. Fêmeas desse gênero foram armazenadas em álcool 70%, para identificação. O mesmo ocorreu com as do tipo Jackson onde as moscas de *C. capitata* foram contadas e descartadas. O atraente feromônio trimedlure e metil-eugenol foram trocados a cada seis semanas e os pisos adesivos, quinzenalmente ou quando necessário.

As espécies de *Anastrepha* foram identificadas pela Dra. Keiko Uramoto do Laboratório de Moscas-da-frutas do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP), atualmente na Biofábrica Moscamed Brasil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 35.052 coletas semanais foi realizado, com a coleta de 10.495 espécimes de *Anastrepha* e 13.718 de *C. capitata* (Tabela 1).

Trinta e cinco espécies de *Anastrepha* foram encontradas na cultura do mamoeiro no Espírito Santo, sendo *A. fraterculus* a mais frequente (Tabela 2). O cálculo dos índices de MAD (moscas/armadilha/dia) considerou o total de espécimes de *Anastrepha* e não o da praga-alvo *A. fraterculus*. Esta forma de calcular o MAD praticamente dobra a segurança em relação a essa espécie, pois *A. fraterculus* representou 53,5% dos espécimes coletados (Tabela 2).

A região produtora de mamão do Espírito Santo apresenta rica diversidade de moscas-das-frutas, mas apenas *C. capitata* e *A. fraterculus* foram registradas infestando frutos de mamão no Brasil (Martins & Alves, 1988; Martins *et al.*, 1993).

A não detecção da mosca-da-carambola, *B. carambolae*, na região, sugere que o programa de sua erradicação no extremo Norte do país, desenvolvido pelo MAPA desde 1997 (Malavasi, 2001; Silva *et al.*, 2004), esta sendo eficiente para evitar sua dispersão para outras regiões produtoras de frutas do país.

Tabela 1. Campos de produção, média de armadilhas instaladas/semana, total de coletas e espécimes capturados de *Ceratitis capitata* e *Anastrepha* spp. nas áreas monitoradas de produção de mamão do Programa de Exportação do Mamão Brasileiro para os Estados Unidos. Norte do Espírito Santo, período de setembro/1998 a agosto/2010

Período avaliado (ano)	Nº de municípios abrangidos	Nº de campos de produção monitorados	Nº médio de armadilhas/semana		Total de coletas semanais	Espécimes capturados	
			Jackson	McPhail		<i>C. capitata</i> ¹	<i>Anastrepha</i> ²
1998	1	9	27	28	106	25	427
1999	1	46	8	8	1.410	85	612
2000	5	58	9	9	1.674	52	1.027
2001	6	109	9	9	3.026	172	1.079
2002	9	129	8	8	3.564	253	1.175
2003	9	172	8	8	4.544	9.639	1.964
2004	8	179	7	7	4.867	920	2.147
2005	8	144	6	7	4.070	89	881
2006	6	126	7	7	3.471	724	644
2007	5	94	8	8	2.872	110	331
2008	4	70	8	8	1.942	1.235	147
2009	2	70	7	7	1.938	220	59
2010	3	60	6	6	1.568	194	2
Total / Média (X)	9	X=97,4	X=7,6	X=7,8	35.052	13.718	10.495

¹ Espécimes machos capturados; ² espécimes machos e fêmeas capturados.

O número de tefritídeos coletado por armadilha por dia (índice de MAD) variou entre os anos e espécies (Tabela 3), com média pouco maior para *C. capitata* (X = 0,007, de 0,001 a 0,065) que às de *Anastrepha* (X = 0,006, de 0 a 0,010), valores bem abaixo do nível estabelecido (MAD = 1) pelo Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS)/United States Department of Agriculture (USDA) para o Programa (APHIS, 1997b e 1998; Brasil, 2008). Os valores máximos de MAD, de 0,435 (X = 0,068) para *C. capitata* e 0,115 (X = 0,052) para *Anastrepha*, ficaram bem abaixo desse índice.

Além da população baixa nos pomares, a maioria das coletas semanais (95,1% para *C. capitata* e 86,4% para *Anastrepha*) não teve qualquer captura (Tabelas 4), demonstrando baixas populações dessas moscas no período de cultivo do mamão na região.

Tabela 2. Espécies, número de indivíduos e frequência de *Anastrepha* capturadas nas áreas de mamão no Norte do Espírito Santo, no período de setembro de 1998 a agosto de 2010

Espécies	Nº de espécimes coletados (fêmeas)	Frequência (%)
<i>Anastrepha alveata</i> Stone, 1942	1	0,02
<i>Anastrepha amita</i> Zucchi, 1979	3	0,05
<i>Anastrepha antunesi</i> Lima, 1938	13	0,24
<i>Anastrepha atlantica</i> Uramoto & Zucchi, 2010	4	0,07
<i>Anastrepha bahiensis</i> Lima, 1937	94	1,71
<i>Anastrepha barbiellini</i> Lima, 1938	60	1,09
<i>Anastrepha bezzii</i> Lima, 1934	4	0,07
<i>Anastrepha bondari</i> Lima, 1934	9	0,16
<i>Anastrepha consobrina</i> (Loew, 1873)	5	0,09
<i>Anastrepha dissimilis</i> Stone, 1942	1	0,02
<i>Anastrepha distincta</i> Greene, 1934	464	8,46
<i>Anastrepha fraterculus</i> (Wied., 1830)	2.934	53,49
<i>Anastrepha fumipennis</i> Lima, 1934	17	0,31
<i>Anastrepha furcata</i> Lima, 1934	1	0,02
<i>Anastrepha grandis</i> (Macquart, 1846)	2	0,04
<i>Anastrepha lanceola</i> Stone, 1942	1	0,02
<i>Anastrepha leptozona</i> Hendel, 1914	10	0,18
<i>Anastrepha lutzi</i> Lima, 1934	1	0,02
<i>Anastrepha manihoti</i> Lima, 1934	34	0,62
<i>Anastrepha martinsi</i> Uramoto & Zucchi, 2010	5	0,09
<i>Anastrepha minensis</i> Lima, 1937	2	0,04
<i>Anastrepha mixta</i> Zucchi, 1979	1	0,02
<i>Anastrepha montei</i> Lima, 1934	21	0,38
<i>Anastrepha nascimentoi</i> Zucchi, 1979	7	0,13
<i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart, 1835)	873	15,92
<i>Anastrepha parallela</i> (Wied., 1830)	17	0,31
<i>Anastrepha pickeli</i> Lima, 1934	365	6,65
<i>Anastrepha pseudoparallela</i> (Loew, 1873)	135	2,46
<i>Anastrepha quararibae</i> Lima, 1937	3	0,05
<i>Anastrepha sagittifera</i> Zucchi, 1979	2	0,04
<i>Anastrepha serpentina</i> (Wied., 1830)	347	6,33
<i>Anastrepha sororcula</i> Zucchi, 1979	10	0,18
<i>Anastrepha tumida</i> Stone, 1942	1	0,02
<i>Anastrepha zenildae</i> Zucchi, 1979	32	0,58
<i>Anastrepha zernyi</i> Lima, 1934	4	0,07
Total (35 espécies)	5.485	100,00

Tabela 3. MAD (moscas/armadilha/dia) obtidos para *C. capitata* e *Anastrepha* nas áreas de produção de mamão, no Norte do Espírito Santo, no período de setembro/1998 a agosto/2010

Período avaliado (ano)	MADs médios dos pomares monitorados		Médias dos MADs máximos		% de MADs zero (semana sem captura)	
	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i>	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i>	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i>
1998	0,001	0,007	0,005	0,021	88,9	69,0
1999	0,001	0,007	0,017	0,071	94,6	75,6
2000	0,001	0,010	0,008	0,102	95,6	79,3
2001	0,002	0,006	0,021	0,062	95,1	84,7
2002	0,004	0,009	0,033	0,064	96,7	88,1
2003	0,065	0,008	0,435	0,115	91,3	83,9
2004	0,003	0,009	0,042	0,080	97,1	81,3
2005	0,001	0,007	0,018	0,053	98,7	83,5
2006	0,004	0,004	0,049	0,051	97,3	91,0
2007	0,001	0,004	0,014	0,033	97,1	92,7
2008	0,008	0,001	0,102	0,019	93,3	96,2
2009	0,002	0,001	0,019	0,006	97,4	98,4
2010	0,002	0,000	0,125	0,002	93,7	99,7
Média (X)	0,007	0,006	0,068	0,052	95,14	86,42
Varição	0,001 a 0,065	0 a 0,010	0,005 a 0,435	0,002 a 0,115	88,9 a 98,7	69,0 a 99,7

De acordo com a NIMF n° 22, para uma área ser considerada de baixa prevalência, a populações da espécie-alvo deve ser constantemente baixa, durante todo ano (IPPC/FAO, 2011a), e esta condição foi observada, naturalmente, nos pomares estudados, sem aplicação de medidas de controle.

Frutos do mamoeiro não são infestados nos estágios iniciais de maturação (Martins & Malavasi, 2003ab). São observados ataque de moscas-das-frutas apenas em frutos de mamão maduros de lavouras mal conduzidas e em final do ciclo comercial e semi abandonados. Em pomares onde o sistema de colheita retirava os frutos maduros, a praga estava ausente (Martins & Alves, 1988), corroborando resultados encontrados no Havaí, em que a resistência dos frutos a moscas-das-frutas esta associada à concentração da substância natural benzil-isotiocianato (BITC) no fruto e que decresce com o seu amadurecimento (Liquido *et al.*, 1989; SEO; Tang, 1982; Seo *et al.*, 1983; Tang, 1971 e 1973).

C. capitata não foi observada em 95,8% das semanas avaliadas e *Anastrepha* em 86,7%. Em 99,8% das semanas, a densidade das populações destas espécies se manteve abaixo do nível de segurança estabelecido (MAD < 1) (Tabelas 4). Os

poucos registros (0,25%) de valores de MAD ≥ 1 , foram observados em pomares que ainda estavam no período de observação de um ano, conforme determina o protocolo do Programa, sendo estes, não liberados para exportação. Essas capturas ocorreram em períodos de baixo preço do fruto no mercado. Nestas épocas, os procedimentos recomendados em relação ao ponto de colheita não foram devidamente seguidos, ocorrendo a permanência de frutos em estágios de maturação avançada nas plantas e frutos de descarte e maduros caídos dentro das lavouras.

A norma específica para área de baixa prevalência de moscas-das-frutas NIMF n° 30 da FAO (IPPC/FAO, 2011c), define que os níveis de MAD estabelecidos para as culturas ficam a critério das Organizações Nacionais de Proteção Fitossanitária (ONPF) dos países produtores e importadores, uma vez que estes variam de acordo com a susceptibilidade do hospedeiro e da região onde o cultivo é realizado.

O nível de MAD adotado no México (MAD = 0,01) e em outros países (MAD = 0,10) (Tabela 5) com os das áreas de mamão na região Norte do estado do Espírito Santo (Tabelas 4), mostra que 96,0 e 98,9% das coletas semanais de *C. capitata* e 87,8 e 99,2% das de *Anastrepha*, respectivamente, ficaram abaixo desses índices, sem necessidade de qualquer medida de controle.

Relatórios anuais do Programa de Exportação do Mamão do Brasil para os Estados Unidos (MAPA, dados não publicados) mostram que nos 12 anos de exportação da fruta para aquele país, utilizando-se o *systems approach*, nenhum caso de rechaço de lotes comerciais de mamão, devido à infestação de frutos por moscas-das-frutas, ocorreu. A aplicação do *systems approach* no Pólo de Mamão do Espírito Santo comprovou sua alta eficiência e que o risco de introdução de moscas-das-frutas nos Estados Unidos, associada a exportação de mamão do Brasil, é negligenciável, sendo o número de meses de intervalo entre carregamentos nos quais pode haver infestação maior que 10¹² (Mizubuti & Maffia, 2003).

A condição de risco de infestação é próxima a zero nas áreas do Pólo de Produção de Mamão do Espírito Santo obtidas com a aplicação do conceito de *Systems approach*, nos 12 anos do Programa. Isto atende às normativas internacionais de medidas fitossanitárias da CIPV/FAO (NIMF 26 e NIMF 30) específicas para o estabelecimento de Áreas Livres e de Baixa Prevalência para Moscas-das-frutas (IPPC/FAO, 2011bc).

Tabela 4. Distribuição do número total de semanas avaliadas por intervalos de classes de densidade populacional de *C. capitata* e *Anastrepha* spp. nas áreas de produção de mamão no Norte do Espírito Santo, no período de setembro de 1998 a agosto de 2010

Classes de densidade populacional (MAD ¹)	Nº de leituras semanais / ano monitorado – <i>Ceratitis capitata</i>													MADs semanais obtidos	%	% Acumulada
	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10			
----- <i>Ceratitis capitata</i> -----																
0	89	1.347	1.631	2.893	3.489	4.115	4.730	4.018	3.356	2.805	1.780	1.885	1.442	33.580	95,80	-
0,001 a 0,009	10	5	10	12	5	24	2	8	4	-	3	-	-	83	0,24	96,04
0,010 a 0,049	7	54	32	102	39	182	74	27	63	58	96	30	51	815	2,33	98,36
0,050 a 0,099	-	4	1	11	6	50	25	7	14	7	17	11	34	187	0,53	98,90
0,100 a 0,499	-	-	-	8	21	71	29	10	29	2	32	12	32	246	0,70	99,60
0,500a 0,999	-	-	-	-	2	32	2	-	3	-	8	-	8	55	0,16	99,75
1,000 a 1,999	-	-	-	-	2	24	4	-	2	-	5	-	1	38	0,11	99,86
≥ 2,000	-	-	-	-	-	46	1	-	-	-	1	-	-	48	0,14	100,00
Nº de leituras semanais	106	1.410	1.674	3.026	3.564	4.544	4.867	4.070	3.471	2.872	1.942	1.938	1.568	35.052	100,00	-
Nº de campos monitorados	9	46	58	109	129	172	179	144	126	94	70	70	60	1.266	-	-
----- <i>Anastrepha</i> spp.-----																
0	66	1.117	1.260	2.481	3.030	3.748	4.030	3.549	3.100	2.675	1.842	1.911	1.564	30.373	86,65	-
0,001 a 0,009	11	18	76	39	62	96	68	16	13	1	2	-	-	402	1,15	87,80
0,010 a 0,049	26	239	259	417	368	571	563	388	286	175	89	25	3	3.409	9,73	97,52
0,050 a 0,099	3	29	36	50	56	86	129	78	39	8	8	2	1	525	1,50	99,02
0,100 a 0,499	-	6	33	34	36	35	71	39	29	11	1	-	-	295	0,84	99,86
0,500a 0,999	-	-	7	3	7	3	6	-	2	2	-	-	-	30	0,09	99,95
1,000 a 1,999	-	1	3	2	5	3	-	-	2	-	-	-	-	16	0,05	99,99
≥ 2,000	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01	100,00
Nº de leituras semanais	106	1.410	1.674	3.026	3.564	4.544	4.867	4.070	3.471	2.872	1.942	1.938	1.568	35.052	100,00	-
Nº de campos monitorados	9	46	58	109	129	172	179	144	126	94	70	70	60	1.266	-	-

¹MAD = Número de moscas coletadas por armadilha por dia.

Tabela 5. Níveis de MAD (mosca/armadilha/dia) estabelecidos para diferentes Programas de Exportação de frutas

Condição fitossanitária	MAD estabelecido
Nível aplicado pelo México	0,01
Nível sugerido para o Brasil	0,05
Nível de outros países	0,10
Intervenção nas áreas de papaia no Brasil	1,0 a 1,99
Suspensão de colheita na cultura de papaia no Brasil	≥ 2,0

Fonte: A. Malavasi (2011), comunicação pessoal.

CONCLUSÃO

A densidade populacional das moscas-das-frutas, *C. capitata* e *A. fraterculus*, na região Norte do Espírito Santo é, naturalmente, baixa durante todo o ano, independente do ciclo de produção do mamão. Essa condição, de acordo com normas da Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais (CIPV) da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), confirma que o mamão na região é cultivado em área de baixa prevalência e, portanto, com forte indicativo para o estabelecimento de uma ABP - Área de Baixa Prevalência de Moscas-das-frutas no Pólo de Produção de Mamão do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

- APHIS. 1991. Papayas from Hawaii. Federal Register, 56: 59205-59207.
- APHIS. 1992a. Sharwil avocados from Hawaii. Federal Register, 57: 31306-31307.
- APHIS. 1992b. Importation of papayas from Costa Rica. Federal Register, 57: 27896-27898.
- APHIS. 1997a. Importation of fresh Hass avocados fruit grown in Michoacan, México. Federal Register, 62: 5293-5315.
- APHIS. 1997b. USDA/APHIS proposed rules. Federal Register, 62: 14037-14044.
- APHIS. 1998. USDA/APHIS. Federal Register, 63: 12396.
- Armstrong, J.W. 1991. 'Sharwil' avocado: Quarantine security against fruit fly

- infestation in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, 84: 1308-1315.
- Brasil. 2008. Critérios e procedimentos para a aplicação de medidas integradas em um enfoque de sistema para o manejo de risco das pragas *Ceratitidis capitata* e *Anastrepha fraterculus* em frutos frescos de mamão (*Carica papaya*) para exportação ao mercado dos Estados Unidos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 5, de 22 de janeiro de 2008. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 de janeiro. Seção 1, pp.4.
- IPPC/FAO. 2011a. ISPM 22 - Requirements for the establishment of areas of low pest prevalence. Disponível em: <<https://www.ippc.int/index.php?id=13399&L=0>>. Acesso em: 13 abr. 2011.
- IPPC/FAO. 2011b. ISPM 26 – Establishment of pest free areas for fruit flies (Tephritidae). Disponível em: <<https://www.ippc.int/index.php?id=13399&L=0>>. Acesso em: 13 abr. 2011.
- IPPC/FAO. 2011c. ISPM 30 - Establishment of areas of low pest prevalence for fruit flies (Tephritidae). Disponível em: <<https://www.ippc.int/index.php?id=13399&L=0>>. Acesso em: 13 abr. 2011.
- Jang, E.B.; Moffitt, H.R. 1994. Systems approaches to achieving quarantine security. *In*: Sharp, J.L.; Hallman, G.J. (Eds.). Quarantine treatments for pest of food plants. Denver, Colorado: Westview Press, pp. 225-239.
- Keck, C.B. 1942. Infestation of mature green papayas by the Mediterranean fruit fly. *Journal of Economic Entomology*, 35: 802-805.
- Liquido, N.J.; Cunningham, R.T.; Couey, H.M. 1989. Infestation rates of papaya by fruit flies (Diptera: Tephritidae) in relation to the degree of fruit ripeness. *Journal of Economic Entomology*, 82: 212-219.
- Malavasi, A. 2000a. Áreas livres ou de baixa prevalência. *In*: Malavasi, A; Zucchi, A.R. (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.175-181.
- Malavasi, A. 2000b. Systems approach. *In*: Malavasi, A; Zucchi, A.R. (Eds.).

- Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.183-186.
- Malavasi, A. 2001. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). *In*: Vilela, E.F.; Zucchi, R.A.; Cantor, F. (Eds.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.39-41.
- Malavasi, A.; Nascimento, A.S.; Carvalho, R.S. 1994. Moscas-das-frutas no MIP-Citros. *In*: Seminário Internacional de Citros-MIP, 3. Campinas. Anais... Campinas, SP, pp.211-231.
- Martins, D.S. 2003. Aplicação do “systems approach” em áreas comerciais de mamão do grupo Formosa no estado do Espírito Santo para sua inclusão no programa de exportação do papaya brasileiro para os Estados Unidos. *In*: Martins, D.S. (Ed.). Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória, ES: Incaper, pp.514-517.
- Martins, D.S.; Alves, F.L. 1988. Ocorrência da mosca-das-frutas *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera-Tephritidae), na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Norte do estado do Espírito Santo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 17: 227-229.
- Martins, D.S.; Alves, F.L.; Zucchi, R.A. 1993. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 22: 373-379.
- Martins, D.S.; Costa, A.F.S. 2003. A Cultura do Mamoeiro: tecnologia de Produção. Vitória, ES: Incaper, 497p.
- Martins, D.S.; Malavasi, A. 1999. Aplicação do “systems approach” para exportação de frutas com ênfase para o mamão (papaya) brasileiro. *In*: Alves, R.E.; Veloz, C.S. (Org.). Exigências Quarentenárias para Exportação de Frutas Tropicais e Subtropicais. Fortaleza: Embrapa - CNPAT/CYTED/CONACYT, pp.97-112.
- Martins, D.S.; Malavasi, A. 2003a. Aplicação do system approach para a exportação de frutas: mamão brasileiro para os Estados Unidos. *In*: Zambolim, L. (Ed.).

- Manejo Integrado: produção integrada - fruteiras tropicais - doenças e pragas. Viçosa: UFV, pp.7-35.
- Martins, D.S.; Malavasi, A. 2003b. Systems approach na produção de mamão do Espírito Santo, como garantia de segurança quarentenária contra mosca-das-frutas. *In*: Martins, D.S.; Costa, A.F.S. (Eds.). A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória, ES: Incaper, pp.345-372.
- Mizubuti, E.S.G., Maffia, L.A. 2003. Meleira e a análise de risco de pragas do papaia brasileiro para os Estados Unidos. *In*: Martins, D.S. (Ed.), Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória, ES: Incaper, pp.145-154.
- Moffitt, H.R. 1990. A systems approach to meeting quarantine requirements for insect pest of deciduous fruits. *Proceedings of the Washington State Horticultural Association*, 85: 223-225.
- Nascimento, A. S. 1990. Aspectos ecológicos e tratamento pós-colheita de moscas-das-frutas (Tephritidae) em manga, *Mangifera indica*. 97f. Tese (Doutorado em Entomologia). Instituto de Biociências/USP, São Paulo, SP.
- Norrbom, A.L. 2011. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host plant database. Disponível em: <<http://www.sel.barc.usda.gov:591/diptera/Tephritidae/TephHosts/search.html>>. Acesso em: 06 jan. 2011.
- Seo, S.T.; Tang, C.S. 1982. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): toxicity of benzyl-isothiocyanate against eggs or first instars of three species. *Journal of Economic Entomology*, 75: 1132-1135.
- Seo, S.T.; Tang, C.S.; Sanidad, S.; Takenaka, T.H. 1983. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): variation of index of infestation with benzyl-isothiocyanate concentration and color of maturing papaya. *Journal of Economic Entomology*, 76: 535-538.
- Silva, R.A; Jordão, A.L; Sá, L.A.N; Oliveira, M.R.V. 2004. Mosca-da-carambola: uma ameaça à fruticultura brasileira. Macapá: Embrapa Amapá, 15p. (Circular Técnica, 31).
- Simpson, S.E. 1993. Development of the Caribbean fruit fly free zone certification

- protocol in Florida. Florida Entomology, 76: 228.
- Tang, C.S. 1971. Benzyl-isothiocyanate of papaya fruit. Phytochemistry, 10: 117-121.
- Tang, C.S. 1973. Localization of benzylglucosinolate and thioglucosidase in *Carica papaya* fruit. Phytochemistry, 12: 769-773.
- Weems Jr, H.V. 1962. Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Gainesville: Florida Department of Agriculture. 3p. (Circular 4).
- Yokoyama, V.Y.; Miller, G.T.; Hartsell, P.L. 1992. Pest-free period and methyl bromide fumigation for control of walnut husk fly (Diptera, Tephritidae) in stone fruits exported to New Zealand. Journal Economic Entomology, 85: 150-156.
- Zucchi, R.A. 2007. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* en Brasil. In: Hernández-Ortiz, V. (Ed.). Moscas de las frutas en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo. México, D.F., pp.77-100.
- Zucchi, R.A. 2011. Fruit flies in Brazil: *Anastrepha* species host plants and parasitoids. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso em: 17 fev. 2011.

CAPÍTULO 5

Artigo submetido para publicação na revista Crop Protection.

Fator de impacto: 1,33.

INTERACTION BETWEEN *Papaya Meleira Virus* - PMeV INFECTION OF PAPAYA PLANTS AND MEDFLY INFESTATION OF FRUITS

ABSTRACT

The medfly, *Ceratitis capitata* (Wied.), is a pest of quarantine importance that usually only infests papaya fruits in advanced stages of maturity. However, some diseases, such as sticky disease of papaya plants, caused by the *Papaya meleira virus* (PMeV), break the natural resistance of fruits to fruit flies, enabling them to be infested while still unripe. Therefore, this study of the relationship of papaya sticky disease with *C. capitata* under field conditions was conducted to determine the period of security to guarantee the harvest of papaya fruits free of fruit flies in areas where sticky disease is endemic. The experiment was conducted in an isolated field of 4.6ha in Linhares, State of Espírito Santo, Brazil, with papaya plants cv. Sunrise Solo, inoculated with PMeV and infection confirmed by PCR, and the development of sticky disease symptoms in plants monitored weekly. Infestation by *C. capitata* was evaluated in fruits of plants uninfected with sticky disease, from plants infected with sticky disease when initial symptoms were detected, and from 4 to 52 weeks after the appearance of initial symptoms. A direct relationship was observed between time of sticky disease symptoms and infestation of fruits by the medfly, and it was determined that a period of four weeks after the first appearance of the symptoms of sticky disease in papaya plants was the period of security in which infestation of fruits by fruit flies did not occur. Infection of papaya plants with sticky disease was associated with a reduced level of benzyl-isothiocyanate (from 43.1µg/mL to 1.7µg/mL after 12 weeks), which is considered to be a natural chemical compound in the latex of papaya fruit associated with resistance to fruit flies.

Key words: *Carica papaya*, *Ceratitis capitata*, virus, benzyl-isothiocyanate (BITC)

**INFESTAÇÃO DA MOSCA-DAS-FRUTAS *Ceratitis capitata* (Wied.)
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM FRUTOS DE MAMÃO COM A DOENÇA
MELEIRA-DO-MAMOEIRO**

RESUMO

A mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wied.) é praga de importância quarentenária que infesta frutos do mamoeiro, em estágios avançados de maturação. A doença meleira-do-mamoeiro, causada por *Papaya meleira virus* (PMeV), quebra a resistência natural dos frutos às moscas-das-frutas e permite que sejam infestados ainda verdes. Um experimento foi conduzido, em um campo isolado de 4,6ha, em Linhares, Espírito Santo, com a cultivar Sunrise Solo visando determinar o período de segurança para garantir a colheita dos frutos livres da praga. As plantas foram inoculadas com PMeV, a infecção confirmada por PCR e a evolução da doença monitorada semanalmente. A infestação por *C. capitata* foi avaliada em frutos de plantas sadias, com meleira no início e após 4, 8, 12, 26 e 52 semanas do aparecimento dos sintomas iniciais. A infestação da mosca-da-fruta apresentou relação direta com a evolução da doença e o período de quatro semanas, após o aparecimento dos sintomas visuais da meleira nas plantas, foi o período máximo de segurança para não ocorrer infestação dos frutos. A evolução da meleira nas plantas reduziu o nível de benzil isotiocianato (BITC) do fruto, de 43,1µg/uL para 1,7µg/uL, após 12 semanas do aparecimento do sintoma inicial, que é associada à resistência à mosca-das-frutas.

Palavras-chave: *Carica papaya*, mamão, papaia, mosca-do-mediterrâneo, benzil isotiocianato, BITC

INTRODUCTION

Fruit flies (Diptera: Tephritidae) are important pests of fruit production worldwide because of direct damage caused by larval feeding and because of quarantine restrictions of importing countries that impede the exportation of fresh fruits (Malavasi, 2000).

Although papaya (*Carica papaya* L.) is considered a secondary host of tephritids, Brazil was unable to export papaya to the United States for 13 years because of quarantine restrictions for the Mediterranean fruit fly (medfly), *Ceratitidis capitata* (Wied.), and *Anastrepha fraterculus* (Wied.), the two species of fruit flies that may infest papaya in the country (Martins and Alves, 1988; Martins et al., 1993). Brazil only resumed export of fresh papaya to the USA after development of the Program of Risk Reduction of Infestation by Tephritids (Systems Approach) (Brasil 2002). This pest risk reduction program has a strong biological and ecological base and reduces the risk of infestation by the pest to almost zero (Martins and Malavasi, 2003).

Sticky disease of papaya (commonly known as meleira in Brazil), caused by *Papaya meleira virus* (PMeV), is characterized by spontaneous fluid and latex exudation from fruits and leaves of papaya plants. After atmospheric exposure the latex oxidizes resulting in small necrotic lesions on the edges of young leaves (Ventura et al., 2003).

Sticky disease is an important disease of papaya in Brazil, especially in northern Espírito Santo and southern Bahia States, the main areas of papaya production in this country, and if not adequately managed can cause the complete loss of productive plants. The disease was reported in the decade of 1980 in orchards of papaya in the extreme South of Bahia and North of Espírito Santo is currently found disseminated in the principal production regions of country (Rodrigues et al., 1989; Ventura et al., 2004).

It is caused by a dsRNA virus that has isometric particles (40-50 nm in diameter), present in the latex vessels of the plants (Kitajima et al., 1993; Maciel-Zambolim et al., 2003; Tavares et al., 2004; Rodrigues et al., 2009a). Diagnosis of this disease is achieved mainly by observation of the symptoms on the young leaves and fruits, and the detection of dsRNA from leaves and latex by electrophoresis, or RT-PCR.

The main symptom of papaya sticky disease is an intense and spontaneous exudation of latex that is more fluid than normal, and which oxidizes and darkens, forming dark streaks on the fruit and giving them a blackish appearance making them totally unviable for commercialization, as well as compromising their texture and flavor (Ventura et al., 2004). The removal of infected plants (rouging) at the beginning of the appearance of symptoms is the only way to control of this disease (Ventura et al., 2001; 2003 and 2004).

Some diseases, such as sticky disease of the papaya plant (PMeV), break the natural resistance of the papaya fruits to fruit flies, probably by interfering in the physiology of the plant, enabling the fruit to be infested while still immature (Martins and Malavasi, 2003). This breaking of resistance was observed in commercial papaya orchards of Espírito Santo, and in southern Bahia (Martins and Malavasi, 2003). Nascimento et al. (2000) provided evidence under controlled conditions of a positive relationship between the fruit flies and papaya sticky disease, in which fruits from plants infected with the virus were infested with fruit flies while still in a green, immature stage.

In the systems approach, papaya fruits harvested in early stages of maturity (Stages 1 and 2 for exportation) have low risk of infestation by fruit flies because of the toxicity of the natural chemical compound benzyl-isothiocyanate (BITC), present in the latex of the fruit (Tang, 1971; 1973). BITC has ovicidal and oviposition inhibition activity against fruit flies, and its concentration decreases with the maturation of the fruit, making mature fruit more susceptible to infestation by these insects (Seo and Tang, 1982; Seo et al., 1983; Nascimento et al., 2003).

Green fruits of “Sunrise Solo” from plants infected by papaya sticky disease were heavily infested by fruit flies, while fruits of healthy plants, with the same degree of maturity were not (Nascimento et al., 2000), and suggested that the virus of sticky disease of papaya has a direct effect on BITC levels, after observing a reduction of about nine times in the amount of BITC in the latex of the fruit of papaya in the stage 1 of maturity 60 days after mechanical inoculation of plants with PMeV (Nascimento et al., 2003).

The interactions between fruit flies and papaya sticky disease are not completely understood, and the objective of this work was determine the period of security in which the fruits of diseased plants in the field are not infested by this pest to guarantee the quality and quarantine security of fruit for exportation.

MATERIAL AND METHODS

This study was conducted in an isolated papaya orchard, cv. Sunrise Solo (a commercial variety widely cultivated in Brazil), of 4.6ha (6,400 plants), in Linhares, State of Espírito Santo, with 640 randomly selected plants inoculated with the PMeV and monitored weekly for symptoms of papaya sticky disease. Presence of PMeV in papaya plants with symptoms of sticky disease was confirmed by molecular diagnosis of the virus in the latex of the plants by the use of PCR and RT-PCR (Rodrigues et al., 2005, 2009a, 2009b and 2009c; Tavares et al., 2004). A high density of *C. capitata* in the study site was induced by the constant presence of mature fruits on the plants and adult fruit flies were monitored by Jackson traps with trimedlure.

Infestation of papaya fruits by fruit flies was evaluated from uninfected plants and from sticky disease infected plants based on time after the appearance of the initial symptoms of sticky disease in plants because this is the point monitored for and observed by commercial producers for roguing of the plants infected by the virus of the disease. A combination of three fruit maturity stage and seven time of papaya sticky disease symptom treatments were evaluated. Fruit maturity stage treatments were: Maturity Stage 0 (fruits with surface of the skin completely green); maturity stage 1 (fruits with <15% of the surface of the skin yellow); and maturity stage 2 (fruits with the surface of the skin between 16 and 25% yellow), with maturity stages as defined by the Program of Exportation of Brazilian Papaya to the United States (Martins and Malavasi, 2003; Brasil, 2008).

Fruits harvested and evaluated were: 1- fruits of healthy plants (uninoculated, uninfected) with no visual symptoms of sticky disease; 2- fruits of plants with initial visible symptoms of sticky disease (on the day symptoms were detected); 3- fruits of plants 4 weeks after symptoms of sticky disease detected; 4- fruits of plants 8 weeks after symptoms detected; 5- fruits of plants 12 weeks after symptoms detected; 6- fruits of plants 26 weeks after symptoms of sticky disease detected; and 7- fruits of plants 52 weeks after symptoms of sticky disease detected.

Four fruits were utilized per repetition, and placed individually in plastic containers with screen covers and with a layer of 1cm of washed sand in the bottom for determination of fruit fly infestation of the fruits (percentage of fruits infested and number of pupae/fruit), ten days after a harvest.

The level of BITC in fruits was evaluated by gas chromatography (GC) with a nitrogen and phosphorus detector (180°C), using two fruits/treatment in maturity Stage 0 from healthy plants and from plants 12 weeks after the appearance of the symptoms of papaya sticky disease (sticky disease symptom treatments 1 and 5, respectively) in a laboratory accredited by the Brazilian Ministry of Agriculture (MAPA). The part of the fruit analyzed was the mesocarp from the skin to a depth of 1.0 cm, because this is the region of oviposition and initial infestation of the medfly.

The experimental design was a completely random split plot, with data submitted to analysis of variance (ANOVA) to determine the significance of individual differences at $P < 0.01$ and 0.05 levels. Significant means were compared by Tukey test ($P < 0.05$). All statistical analysis was conducted using the SAEG statistical package (Ribeiro Junior, 2001).

RESULTS

The presence of PMeV virus was confirmed by molecular detection of dsRNA, PCR and RT-PCR, in all plants with papaya sticky disease symptoms study.

3.1. Medfly infestation

Papaya fruits from plants with no sticky disease symptoms and up to 4 weeks after the appearance of the symptoms of the disease in the plant were not infested by fruit flies in any stage of fruit maturity evaluated. Fruit fly infestation was only observed 8 weeks after the appearance of the symptoms of the disease in plants in fruits of maturity stages 1 and 2, and 26 weeks after the appearance of the symptoms of the disease in plants in fruits of the maturity stage 0 (Table 1).

3.2. Papaya sticky disease severity

The evolution of sticky disease in papaya plants and the virus of this disease requires two to three weeks after inoculation to be positively diagnosed by PCR in plants, and the initial visual symptoms of the disease are only observed about six weeks after initial infection with the virus. A period of four weeks constitutes the maximum period of security for fruits of plants infected and symptomatic with sticky disease in the field to remain uninfested by the fruit fly (Fig. 1).

Table 1. Infestation (%) and number of *Ceratitits capitata* (Diptera: Tephritidae) pupae in papaya fruits harvested from plants infected by *Papaya meleira virus* – PmeV

Papaya Sticky Disease Symptoms	Fruits infested (%)			Pupae/fruit (N°)		
	Stage of maturity ^a			Stage of maturity		
	1	2	3	1	2	3
Plants without symptoms (uninoculated and uninfected)	0 aA ^b	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA
Plants with initial symptoms (on day disease symptoms first detected)	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA
Plants with symptoms 4 weeks	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA
Plants with symptoms 8 weeks	0 aA	12.5 aA	50.0 bB	0 aA	0.4 aA	13.4 bB
Plants with symptoms 12 weeks	0 aA	25.0 aB	62.5 bC	0 aA	2.4 aA	11.6 bB
Plants with symptoms 26 weeks	6.3 aA	68.8 bB	62.5 bB	0.3 aA	18.3 bB	14.6 bB
Plants with symptoms 52 weeks	25.0 aA	68.8 bB	75.0 bB	7.3 bA	12.9 bAB	16.9 bB

^aMaturity stages: 0= completely green; 1= fruits with 15% of the skin yellow; 2= fruits with 16-25% of the skin yellow; ^bMeans followed by the same lowercase letter in a column or uppercase in a line, do not differ by Tukey's test (p>0.05).

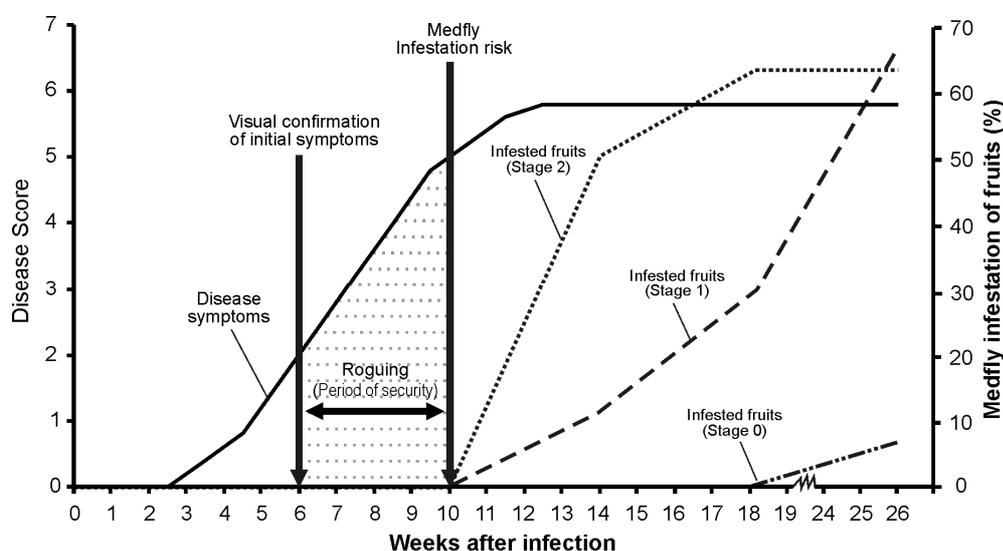


Fig. 1. Infestation of *Ceratitits capitata* (Diptera: Tephritidae) in papaya fruits in three stages of maturity (0, 1, 2) and graphical representation of the evolution of the symptoms of sticky disease in papaya plants showing the security of fruit free infestation by medfly at four weeks after infection and early symptoms, indicating period of security for roguing of diseased plants which insures fruits free of infestation of this pest.

Analyses of BITC in fruits in the stage 0 of maturity from uninfected papaya plants compared to plants 12 weeks after initial visual symptoms of sticky disease

demonstrated a reduction of up to 96.1% in BITC, from 43.1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ to 1.7 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (Fig. 2).

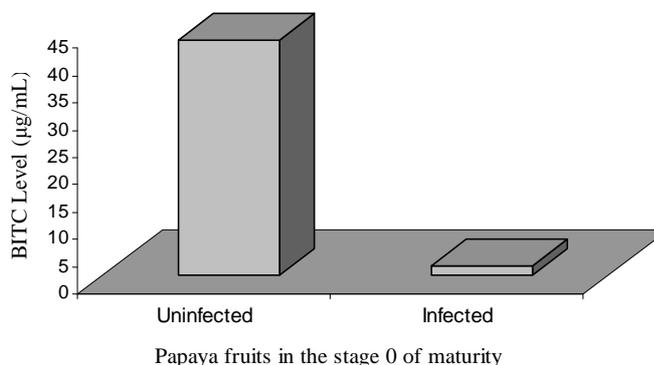


Fig. 2. Levels of benzyl-isothiocyanate (BITC) in uninfected papaya fruits and fruits infected with *Papaya meleira virus* (PMeV) twelve weeks after the onset of disease symptoms in plants.

DISCUSSION

Papaya fruits in the green stage and in initial stages of maturity from plants with no visible symptoms of sticky disease were not infested by fruit flies. These results are consistent with those of Martins et al. (2000), in which fruits of healthy plants in the stages of maturity 1, 2 and 3, were not infested by these insects and infection was only observed in fruits with more advanced maturity (stage ≥ 5), which are too mature for commercial sale. Liquido et al. (1989) also observed that an increase in the degree of infestation by two species of fruit flies was proportional to the degree of maturity of the fruit. The lack of infestation of papaya fruits from healthy plants by fruit flies is attributed to the presence of the natural compound BITC in the fruits whose concentration decreases as the fruit ripen (Tang, 1971, 1973; Seo and Tang, 1982; Seo et al., 1983, Nascimento et al., 2003).

BITC is a volatile substance, formed after the rupture of cells of the tissues of fruit (Flath and Forrey, 1977) and its concentration is reduced during the process of ripening of fruit (Liquido et al., 1989). The natural mortality of eggs and larvae of first instar fruit flies by BITC was demonstrated experimentally by Seo and Tang (1982) for *C. capitata* (Wied.), *Bactrocera dorsalis* Hendel and *B. cucurbitae* Coquillett. These authors related that this compound is formed naturally by the mixture of the enzyme thioglucosidase with latex when the cells of the tissues of the

fruit are damaged during oviposition and feeding by the larvae of the tephritids. The process of fruit maturity is initiated from the interior, and the area of major production of BITC occurs in the tissues near the fruit epidermis (Flath and Forrey, 1977), which suggests that species of fruit flies with short ovipositors, such as *C. capitata*, present a low risk of infesting papaya in the field.

Infestation of papaya fruits by fruit flies in the stage 0 of maturity from diseased plants with symptoms only after 26 weeks indicates that the infestation by the fruit fly is influenced, not only by the maturity of the fruit, but also by the disease, depending on the amount of time infected plants remain in the field. These results demonstrate the breaking of the resistance of papaya fruit to the pest in plants infected by the PMeV, which can be attributed to the reduction in the levels of BITC in the fruits since analyses of the fruits in the stage 0 demonstrate the reduction in the levels of this compound with time of development of sticky disease.

The association of *C. capitata* with papaya sticky disease was observed under a high density of fruit flies induced by allowing mature fruits to remain in the orchard and high incidence of the disease insured by mechanically inoculating plants with the virus. However, the probability of fruit fly infestations of papaya in commercial orchards is very low, especially in areas of fruits production for export to the United States, in which the application of the Systems Approach requires that the fruits for export cannot be past the stage 2 of maturity when harvested and the producing fields cannot contain fruits over stage 3 of maturity (Brasil, 2008). All papaya orchards must be maintained in good phytosanitary condition in accordance with federal legislation (Brasil, 2002), which requires systematic roguing of plants with initial symptoms of viruses. Beyond this, papaya is a non-preferred host of fruit flies and in its production there is a low prevalence of the fruit flies, such that since the beginning of the Program of Exportation, in September 1998, the index of capture of this insect in monitored orchards of 1 fly per trap/day (FTD = 1), was never reached (Martins et al., 2005).

The efficiency monitoring of papaya plants by producers of State of Espírito Santo out, one to two times per week, to detect and to eradicate of the plants with sticky disease reinforces the security to prevent infestation of the papaya fruits by fruit flies. Evaluations of the Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) with the Associação Brasileira dos Exportadores de Papaya (BRAPEX), demonstrated that the probability of an infected plant escaping

roguing, when done weekly, is 3.4^{-5} (Mizubuti and Maffia, 2003). In addition, during the period of security of 4 weeks, in which further reduces the probability that infected plant will not be detected. Fruits of plants infected and symptomatic in the field are not infested by the fruit fly, four to eight inspections in the field are realized for roguing, which reduces even more the probability of that a plant with sticky disease would not be detected.

Therefore, roguing at the beginning of the visual appearance of the symptoms of sticky disease of papaya plants and the practice of not leaving fruits beyond stage 3 of maturity in the field, as required by the Systems Approach, are important measures to guarantee the phytosanitary quality of the field and quarantine security for the fruit fly in papaya fruits.

CONCLUSIONS

PMeV breaks down the resistance of papaya fruits to fruit fly infestation, and there is a direct relationship between the time of plant infection with the virus and infestation of papaya fruits by the fruit fly *C. capitata* depending on the stage of fruit maturity. The possibility of infestation by fruit fly increases with papaya sticky disease development in the plant and the stage of maturity of fruits. The maximum period of security to avoid the infestation of papaya fruits by the fruit fly is four weeks after the appearance of the visual symptoms of sticky disease in the plant, and the infection of papaya plants by the virus was associated with reduced level of BITC in papaya fruit that reduced resistance to the fruit fly. The use of the Systems Approach as currently recommended guarantees the phytosanitary quality and the quarantine security to the fruit fly on papaya produced in the State of Espírito Santo, Brazil.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the Associação de Produtores Rurais do Centro-Norte do Espírito Santo (APRUCENES) and Associação Brasileira dos Exportadores de Papaya (BRAPEX) for support this work and the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) and the Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) for financial support.

REFERENCES

- Brasil, 2002. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 4, de 01 de março de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 04 de março. Seção 1, pp.2.
- Brasil, 2008. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 5, de 22 de janeiro de 2008. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 de janeiro. Seção 1, pp.4.
- Flath, R.A., Forrey, R.R. 1997. Volatile components of papaya (*Carica papaya* L. Solo variety). J. Agric. Food Chem. 25, 103-109.
- Kitajima, E.W., Rodrigues, C., Silveira, J., Alves, F., Ventura, J.A., Aragão, F.J.L., Oliveira, L.H.R., 1993. Association of isometric virus-like particles, restricted to laticifers, with meleira (sticky disease) of papaya (*Carica papaya*). Fitopatol. Bras. 18, 118-122.
- Liquido, N.J., Cunningham, R.T., Couey, H.M., 1989. Infestation rates of papaya by fruit flies (Diptera: Tephritidae) in relation to the degree of fruit ripeness. J. Econ. Entomol. 82, 212-19.
- Maciel-Zambolim, E., Kunieda, S., Matsuoka, K., Carvalho, M.G; Zerbini, F.M., 2003. Purification and some properties of *Papaya meleira virus*, a novel virus infecting papayas in Brazil. Plant Pathol. 52, 389-394.
- Malavasi, A., 2000. Systems approaches. In: Malavasi, A., Zucchi, R.A. (Eds.), Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.183-186.
- Martins, D.S., Alves, F.L., 1988. Ocorrência da mosca-da-fruta *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no norte do estado do Espírito Santo. An. Soc. Entomol. Brasil 17, 227-229.
- Martins, D.S., Alves, F.L., Zucchi, R.A., 1993. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. An. Soc. Entomol. Brasil 22, 373-379.

- Martins, D.S., Malavasi, A., 2003. Systems approach na produção de mamão do Espírito Santo, como garantia de segurança quarentenária contra mosca-das-frutas. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (Eds.), A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória, ES: INCAPER, pp.345-372.
- Martins, D.S., Uramoto, K., Malavasi, A., 2000. Moscas-das-frutas nos Estados brasileiros: Espírito Santo. In: Malavasi, A., Zucchi, R.A. (Eds.). Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, pp.253-258.
- Martins, D.S., Vieira, L.P., Lani, M.C.R., 2005. Região de produção de mamão do Espírito Santo – área de baixa prevalência de moscas-das-frutas. In: Martins, D.S. (Ed.), Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão. Vitória, ES: INCAPER, pp.487-492.
- Mizubuti, E.S.G., Maffia, L.A., 2003. Meleira e a análise de risco de pragas do papaia brasileiro para os Estados Unidos. In: Martins, D.S. (Ed.), Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória, ES: INCAPER, pp.145-154.
- Nascimento, A.S., Frighetto, R.T.S., Malavasi, A., Habibe, T.C., 2003. Avaliação dos teores de benzil isotiocianato (BITC) em mamoeiros sadios e infectados pela meleira em condições de campo e telado. In: Martins, D.S. (Ed.), Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória, ES: INCAPER, pp.597-600.
- Nascimento, A.S., Matrangolo, W.J.R., Barbosa, C.J., Marques, M., Habibe, T.C., 2000. Associação de moscas-das-frutas (Díptera: Tephritidae) com a “meleira do mamoeiro” (*Carica papaya* L.). An. Soc. Entomol. Bras. 29, 821-825.
- Ribeiro Junior, J.I., 2001. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa, MG: UFV, 301p.
- Rodrigues, C.H., Ventura, J.A., Maffia, L.D., 1989. Distribuição e transmissão da meleira em pomares de mamão no Espírito Santo. Fitopatol. Bras. 14, 118.
- Rodrigues, S.P., Andrade, J.S., Ventura, J.A., Fernandes, P.M.B., 2009a. New approach for papaya latex storage without virus degradation. Braz. J. Microbiol. 40, 122-124.

- Rodrigues, S.P., Andrade, J.S., Ventura, J.A., Lindsey, G., Fernandes, P.M.B., 2009b. *Papaya meleira virus* (PMeV) is neither transmitted by infection at wound sites nor by the white fly *Trialeurodes variabilis*. J. of Plant Pathol. 91, 87-91.
- Rodrigues, S.P., Cunha, M., Ventura, J.A., Fernandes, P.B.M., 2009c. Effects of the *Papaya meleira virus* on papaya latex structure and composition. Plant Cell Reports 28, 861-871.
- Rodrigues, S.P., Galvão, O.P., Andrade, J.S., Ventura, J.A., Fernandes, P.M.B., 2005. Método molecular simplificado para o diagnóstico da meleira do mamoeiro em látex e tecidos de plantas infectadas. Summa Phytopathol. 31, 273-275.
- Seo, S.T., Tang, C.S., 1982. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): toxicity of benzyl-isothiocyanate against eggs or first instar of three species. J. Econ. Entomol. 75, 1132-1135.
- Seo, S.T., Tang, C.S., Sanidad, S., Takenaka, T.H., 1983. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): variation of index of infestation with benzyl-isothiocyanate concentration and color of maturing papaya. J. Econ. Entomol. 76, 535-538.
- Tang, C.S., 1971. Benzyl-isothiocyanate of papaya fruit. Phytochemistry 10, 117-121.
- Tang, C.S., 1973. Localizacion of benzylglucosinolate and thioglucosidase in *Carica papaya* fruit. Phytochemistry 12, 769-773.
- Tavares, E.T., Tatagiba, J.S., Ventura, J.A., Souza Jr., M.T., 2004. Dois novos sistemas de diagnose precoce da meleira do mamoeiro. Fitopatol. Bras. 29, 563-566.
- Ventura, J.A., Costa, H., Tatagiba, J.S., 2001. Sintomatologia da meleira do mamoeiro e sua importância para o “roguing”. Fitopatol. Bras. 26 (sup.), 536.
- Ventura, J.A., Costa, H., Tatagiba, J.S., 2004. Papaya diseases and integrated control. In: Naqvi, S.A.M.H. (Ed.), Diseases of fruits and vegetables: diagnosis and management. London: Klumer Academic Publishers. pp.201-268.

Ventura, J.A., Costa, H., Tatagiba, J.S., Andrade, J.S., 2003. Meleira do Mamoeiro: etiologia, sintomas e epidemiologia. In: Martins, D.S. (Ed.), Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória, ES: INCAPER, pp.267-276.

CONCLUSÕES GERAIS

- Quarenta e uma espécies de *Anastrepha* e *C. capitata* foram encontradas no estado do Espírito Santo.
- *A. barnesi*, *A. daciformis* e *A. parallela* foram registradas pela primeira vez no Estado.
- A riqueza de espécies de tefritídeos foi maior na região Nordeste do Estado e menor na Sul-Caparaó.
- *C. capitata* e *A. fraterculus* foram as mais frequentes e, com *A. obliqua* e *A. distincta*, as de maior distribuição no Estado.
- *A. bahiensis*, *A. distincta* Greene, *A. fraterculus*, *A. manihoti*, *A. montei*, *A. obliqua*, *A. pickeli*, *A. pseudoparallela*, *A. serpentina* e *A. sororcula* ocorreram em todas as regiões do Estado.
- As espécies “raras” *A. alveata*, *A. antunesi*, *A. bezzi*, *A. bondari*, *A. fumipennis*, *A. furcata*, *A. glochin*, *A. linharensis*, *A. lutzii*, *A. mixta*, *A. parallela*, *A. quararibae*, *A. quinae*, *A. sagittifera*, *A. submunda*, *A. tumida* e *A. zernyi*, ocorreram apenas na região Norte do Espírito Santo.
- As populações de *C. capitata* variaram com a altitude, sendo mais numerosas nas regiões Serranas do Estado, em altitude acima de 600 m que naquelas abaixo de 500 m.
- Nove novas associações de plantas hospedeiras foram estabelecidas para *C. capitata* e 53 para 11 espécies de *Anastrepha*.
- Novas espécies de tefritídeos foram registradas para nove famílias de plantas: *A. amita* em Myrtaceae (*Myrcia lineata* (O. Berg) Nied.), *A. bahiensis* em Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. dissimilis* em Myrtaceae (*Psidium guajava* L.), *A. distincta* em Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.) e Rosaceae (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *A. obliqua* em Cucurbitaceae (*Cucurbita pepo* L.), Fabaceae (*Inga edulis* Mart.), Muntingiaceae (*Muntingia calabura* L.) e Passifloraceae (*Passiflora edulis* Sims), *A. serpentina* em Oxalidaceae (*Averrhoa carambola* L.), *A. sororcula* em Malpighiaceae (*Malpighia glabra* L.) e *A. zenildae* em Rubiaceae (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner).
- *A. obliqua* em Muntingiaceae foi o primeiro registro de infestação desta família por moscas-das-frutas no Brasil.

- Myrtaceae foi a família com maior número de espécies hospedeiras de moscas-das-frutas no estado do Espírito Santo.
- *A. fraterculus*, seguida de *C. capitata* e *A. obliqua*, tem maior número de hospedeiros no Estado.
- *Coffea arabica* apresenta maior suscetibilidade a moscas-das-frutas que o café ‘Conilon’ *C. canephora*.
- *C. capitata* e *A. fraterculus* são os tefritídeos de maior ocorrência em café (*C. arabica* e *C. canephora*) no estado do Espírito Santo, sendo a primeira mais frequente nas duas espécies de café.
- As associações de *A. serpentina* e *A. zenilidae* com *C. canephora* e, no Brasil, *A. obliqua* em *C. arabica* são registradas, pela primeira vez.
- A baixa infestação de moscas-das-frutas em *C. canephora* (‘Conilon’), deve-se às características físicas de seus frutos, como pequeno tamanho e a pouca espessura do mesocarpo, o que limita o desenvolvimento das larvas.
- *C. arabica*, ao contrário de *C. canephora*, foi favorável às moscas-das-frutas, e de grande importância como repositório natural de populações de tefritídeos
- A densidade populacional das moscas-das-frutas, *C. capitata* e *A. fraterculus*, em mamoeiro, na região Norte do Espírito Santo, foi baixa durante todo o ano.
- A prevalência de moscas-das-frutas foi baixa nas áreas de produção do polo de mamão do Espírito Santo, o que torna possível o estabelecimento formal de uma Área de Baixa Prevalência de Moscas-das-frutas.
- A infestação de frutos do mamoeiro por *C. capitata* apresenta relação direta com o tempo de infecção da planta pelo vírus da meleira (PMeV), independente do estágio de maturação dos frutos.
- A infestação dos frutos pela mosca aumenta com a evolução da meleira nas plantas infectadas.
- O tempo de permanência de plantas infectadas pelo vírus da meleira reduz o nível de benzil-isotiocianato (BITC) no fruto do mamoeiro.