

## DIVULGAÇÃO TÉCNICA

### FUNDAMENTOS DA TÉCNICA DO INSETO ESTÉRIL (TIE) PARA O CONTROLE DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA, TEPHRITIDAE)

N.P. Dias\*; F.R.M. Garcia\*

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", R. Campus Universitário, s/nº, CEP 96010-900, Capão do Leão, RS, Brasil. E-mail: nayma.dias@gmail.com

#### RESUMO

Devido à importância econômica mundial das moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae), o comércio internacional de frutas frescas impõe normas que visam a segurança quarentenária de produtos vegetais. A adequação a tais exigências tem exigido rápidas mudanças nas técnicas de controle utilizadas na fruticultura. Nesse sentido, a Técnica do Inseto Estéril (TIE) tem se destacado como uma alternativa eficiente em programas de supressão populacional de tefritídeos. No entanto, existe carência de trabalhos de fácil obtenção por técnicos, biólogos e agrônomos sobre tal assunto. Desta forma, o objetivo deste trabalho é divulgar a TIE como uma alternativa viável de utilização no manejo de moscas-das-frutas, destacando a construção do conhecimento até o advento das biofábricas.

PALAVRAS-CHAVE: Esterilização de insetos, fruticultura, controle autocida.

#### ABSTRACT

FUNDAMENTALS STERILE INSECT TECHNIQUE (TIE) FOR THE CONTROL OF FRUIT-FLIES (DIPTERA, TEPHRITIDAE). Due to the global economic importance of fruit-flies (Diptera, Tephritidae), international trade of fresh fruits imposes rules aimed at safety of plant quarantine. The adequacy of such requirements has required rapid changes in control techniques used in fruticulture. However the Sterile Insect Technique has emerged as an effective alternative in tephritid population suppression programs. Yet, have few studies for easy achievement by technicians, biologists and agronomists on the subject. This way the objective of this work is to promote the TIE as a viable alternative for use in the management of fruit flies, highlighting the construction of knowledge until the advent of biofactories.

KEY WORDS: Sterilization of insects, fruticulture, autocidal control.

As moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) são consideradas as principais pragas quarentenárias da fruticultura mundial, devido aos danos diretos provocados e a sua capacidade de adaptação a diversas regiões. Os danos gerados por esses dípteros são causados diretamente no fruto pela fêmea adulta, na perfuração da epiderme durante a oviposição e pelas larvas através do consumo da polpa (RAGA; SOUZA FILHO, 2003). Os sintomas provocados pelo desenvolvimento da larva no interior do fruto são caracterizados pelo extravasamento de suco sob pressão manual, através do orifício de postura ou pela presença de região circular amolecida e/ou apodrecida (SILVA *et al.*, 2006). Em relação aos danos indiretos, o mais prejudicial, está relacionado ao custo das medidas regulatórias requeridas para exportar frutas frescas para países que apresentam espécies

de moscas-das-frutas como pragas quarentenárias, tais como EUA e Japão (PARANHOS *et al.*, 2008).

No Brasil, as espécies de moscas-das-frutas de importância econômica englobam-se nos gêneros *Anastrepha* Schiner (1868) e *Ceratitidis* MacLeay (1829). As diversas espécies de *Anastrepha* presentes no país são nativas do continente americano, destacando-se a mosca-sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830), enquanto *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) conhecida como mosca-do-mediterrâneo é a única representante do gênero no país, sendo originária do continente africano (RAGA; SOUZA FILHO, 2003).

Devido à importância econômica mundial desses insetos, o comércio internacional de frutas frescas impõe normas que visam impedir a introdução de espécies de moscas-das-frutas nos países importadores. No entanto, a adequação às exigências do mercado

---

\*Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas

consumidor e a busca pela segurança alimentar, exigem rápidas mudanças nas técnicas de controle utilizadas na fruticultura brasileira (CARVALHO, 2005).

A utilização da Técnica do Inseto Estéril - TIE atende as exigências atuais dos países importadores de frutas e do mercado interno consumidor, sendo considerada uma das técnicas mais eficientes no controle de moscas-das-frutas em vários países, como: EUA, México, Guatemala, Argentina, Chile, Peru e Japão (HENDRICHS *et al.*, 2002). As premissas básicas para a utilização da TIE no controle de insetos incluem a reprodução sexual, a cópula única pelas fêmeas e a facilidade de criação em dieta artificial (PARANHOS *et al.*, 2008).

Na mídia em geral, tem se observado um aumento das matérias destinadas ao manejo de moscas-das-frutas com TIE, todavia, existe carência de trabalhos em língua portuguesa de fácil obtenção por técnicos, biólogos e agrônomos sobre tal assunto.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é divulgar a TIE como uma alternativa viável de utilização no manejo de moscas-das-frutas, destacando a construção do conhecimento até o advento das biofábricas.

### Descrição da técnica

A TIE é considerada um tipo de controle autocida, onde a praga é empregada para seu próprio controle. A técnica foi idealizada em 1937, pelo entomologista Edward Knippling para o controle da mosca varejeira, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858) (Diptera, Calliphoridae), a qual causava sérios prejuízos à bovinocultura norte americana. Entretanto, a técnica só teve sucesso no controle deste inseto no ano de 1955 (MALAVASI; ZUCCHI, 2000).

A aplicação TIE implica na multiplicação massiva da praga em meio artificial, esterilização e liberação de uma grande quantidade de insetos estéreis, para que a

cópula com indivíduos selvagens resulte em gerações inviáveis, reduzindo o potencial reprodutivo das populações, ou até mesmo na erradicação da praga, quando feitas liberações constantes (MORELLI DE ANDRADE, 2008).

É importante destacar que para a viabilização de um programa de erradicação de insetos-praga, a aplicação da TIE deve ser realizada principalmente em locais onde há isolamento geográfico e/ou climático, sendo efetiva somente quando aplicada em área ampla, visando à população total da praga na região e não somente dentro de pomares isolados.

Associado a esses fatores, devem ser realizadas, barreiras fitossanitárias intermunicipais e interestaduais eficientes, devido ao risco de reinfestações em regiões sem isolamento (MORELLI DE ANDRADE, 2008).

Em relação às características de um inseto passível de controle pela TIE, os seguintes requisitos devem ser observados: (1) o emprego dessa tecnologia deve ser economicamente viável; (2) o inseto deve se reproduzir sexualmente através de cópulas; (3) deve existir tecnologia eficiente e econômica para a criação massal de insetos; (4) os indivíduos estéreis devem apresentar rápida e ampla dispersão no ecossistema, buscando prontamente a fêmea selvagem e competindo com os machos férteis; (5) a irradiação ou outro método esterilizante deve produzir esterilidade sem afetar o comportamento ou longevidade dos machos; (6) as fêmeas devem preferencialmente acasalar uma só vez; (7) o inseto a ser controlado deve ter, em uma fase do seu ciclo natural, uma baixa população (KNIPLING, 1955) e (8) os machos estéreis, produzidos em laboratório, devem apresentar um índice mínimo de 0,20 de compatibilidade sexual com as fêmeas selvagens, presentes no campo (PARANHOS *et al.*, 2006).

Na Figura 1 são apresentados os principais requisitos para a utilização da TIE no controle populacional de moscas-das-frutas.

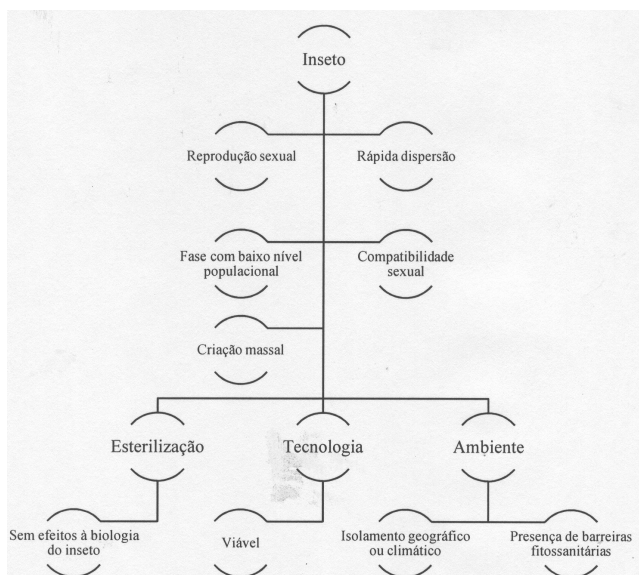


Fig. 1 - Diagrama representando os principais requisitos para a adoção da Técnica do Inseto Estéril para o controle de moscas-das-frutas.

### Aplicação da TIE em moscas-das-frutas

Com o sucesso da aplicação da técnica do inseto estéril na erradicação de *C. hominivorax*, houve um estímulo para o uso de programas contra outras espécies de importância econômica, como as moscas-das-frutas. O primeiro trabalho realizado nesse sentido foi o de STEINER; CHRISTENSON (1956), utilizando *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912), *Bactrocera curcubitae* (Coquillett, 1899) e *C. capitata*.

O primeiro teste de campo foi realizado com *C. capitata* em 1960 no Havai. Durante 13 meses, uma área piloto recebeu semanalmente insetos estéreis, reduzindo a população selvagem inicial em 90%. Não ocorreu a erradicação da espécie, uma vez que a área estava sujeita à migração de moscas férteis de locais vizinhos (STEINER *et al.*, 1962).

Nesse primeiro teste eram liberados machos e fêmeas estéreis, já que não era possível a separação dos sexos antes da emergência dos adultos. Entretanto, havia uma grande probabilidade dos machos estéreis copularem com as fêmeas estéreis e não com as fêmeas selvagens, o que diminuía enormemente a eficiência da TIE. Além disso, as fêmeas liberadas em campo, apesar de depositarem apenas ovos inviáveis, continuavam com o hábito de fazer a punctura, deixando os frutos vulneráveis à infecção por fungos e bactérias e, portanto, depreciados para a exportação (PARANHOS, 2005).

Diante destes problemas, na década de 80, geneticistas da Unidade de Entomologia da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, 2003), localizada na Áustria, desenvolveram uma linhagem mutante de *C. capitata*, onde as pupas fêmeas eram brancas, diferentes dos machos que preservavam a cor selvagem marrom. Desta forma, separavam-se as fêmeas antes da emergência dos adultos e liberavam-se apenas machos no campo.

Já na década de 90, com o objetivo de minimizar os custos de produção, foi desenvolvido sobre o mutante "pupa branca", outro tipo de mutação onde as fêmeas possuem sensibilidade letal a temperatura (TSL), ainda na fase de embrião (PARANHOS, 2005). A separação dos sexos é realizada mediante a exposição dos ovos da linhagem a uma temperatura de 34 °C por 24h (FISHER; CACERES, 2000).

Atualmente, existem cerca de 5 linhagens TSL de *C. capitata* disponíveis (Vienna 4,6,7, e 8 e Sargeant), com potencial para aumentar a produtividade na criação massal e diminuir a recombinação gênica (ROBINSON, 2002; CÁ CERES, 2002).

### Efeitos da esterilização de insetos

A esterilidade pode ser causada por infecundidade das fêmeas, aspermia ou inativação espermiática em machos, inabilidade de acasalar ou por

mutação letal dominante em células reprodutivas de machos e fêmeas. Tais condições podem ser induzidas nos insetos pela ação da radiação ionizante, porém, nem todas são possíveis de utilização em controle de pragas pela TIE. Apenas a esterilidade devido à mutação letal dominante no esperma, no caso dos machos, e a infertilidade das fêmeas são os tipos utilizados com sucesso (WALDER, 2002). Conforme o autor, o sucesso da técnica ocorre em função da combinação de fatores, como por exemplo, fêmeas irradiadas poderem inicialmente produzir ovos com mutação letal dominante e depois tornarem-se infecundas. Assim como, machos irradiados transmitirem esperma com mutação letal dominante e posteriormente continuarem estéreis por aspermia.

Independente do método de irradiação, alguns efeitos na biologia ou comportamento dos insetos são identificados, e cada espécie apresenta um estágio de desenvolvimento mais adequado para a esterilização. A irradiação no final da fase de pupa geralmente é a mais eficiente em *C. capitata*, por resultar em adultos mais vigorosos (WALDER, 2002).

A irradiação de larvas e pupas de *A. fraterculus* em estágios iniciais pode produzir adultos estéreis, porém também podem trazer como consequências extensivos danos somáticos, como aspermia e sobrevivência reduzida do adulto. No entanto, quando a radiação é executada em estágios avançados de desenvolvimento, como de 24 a 48 horas antes da emergência, os efeitos da radiação podem ser minimizados, apesar dos espermatozoides ainda serem suscetíveis à indução de mutação letal (ALLINGHI *et al.*, 2007). Conforme os autores, a esterilidade do macho pode ser atribuída à mutação letal dominante das células de reprodução, e não à aspermia ou atrofia de órgãos, como testículos e ductos seminais.

Em fêmeas de *Anastrepha ludens* (Loew, 1873), uma radiação em baixa dosagem, 48 horas antes da emergência, é tida como a mais eficiente. Este efeito pode ser em função de que neste período os ovários ainda estão em desenvolvimento (WALDER; CALKINS, 1992). Com relação a *A. fraterculus*, estudos com insetos irradiados já foram desenvolvidos na Argentina, avaliando aspectos do comportamento reprodutivo e dosagens adequadas para esterilização (ALLINGHI *et al.*, 2007). Os resultados obtidos servem de embasamento para pesquisas com populações de outras regiões da América do Sul, visto que esta espécie apresenta uma extensa variação de características morfológicas e cromossômicas (SELIVON *et al.*, 2005; VERA *et al.*, 2006).

Estas variações em relação às populações de *A. fraterculus* são sustentadas por divergências em características morfológicas importantes taxonomicamente, como o tamanho da asa e do ovipositor (SELIVON *et al.*, 2005).

Neste sentido, diferenciações regionais relacionadas às características morfológicas, moleculares e bioquímicas, sugerem que *A. fraterculus* consiste de um complexo de espécies crípticas em vez de uma única entidade biológica, dificultando assim, a utilização de informações de uma forma ampla para a implementação da TIE em regiões distintas (PETIT-MARTY *et al.*, 2004).

Para o sucesso de um programa baseado na TIE, alguns aspectos do comportamento reprodutivo da espécie também devem ser levados em consideração. A competitividade e a compatibilidade entre os insetos estéreis e selvagens são importantes para garantir que os machos irradiados terão a capacidade de copular as fêmeas do campo, sendo ainda competitivos com os demais (OROZCO-DAVILA *et al.*, 2007). Em *C. capitata*, alguns estudos demonstram que apesar dos machos irradiados serem capazes de competir nos sítios de agregação, copular com as fêmeas, transferir esperma e induzir a infertilidade; estes continuam sendo menos competitivos que os selvagens (HENDRICHS *et al.*, 2002; KRAAIJEVELD; CHAPMAN, 2004).

A probabilidade das fêmeas selvagens copularem novamente após terem sido copuladas por machos irradiados é altamente relevante para a eficiência da TIE, sendo este fator analisado através da avaliação da capacidade do macho irradiado em promover extenso período refratário (intervalo entre a cópula e a primeira recópula) nas fêmeas com as quais copulam (MORELLI DE ANDRADE, 2008).

Alguns fatores como, a duração do tempo de acasalamento e a quantidade de esperma e de substâncias provenientes das glândulas acessórias, podem explicar alterações na receptividade da fêmea após a cópula (MOSSINSON; YUVAL, 2003). O maior tempo de cópula previne acasalamentos consecutivos, por reduzir o tempo disponível para esta buscar outros parceiros (VERA *et al.*, 2006), enquanto, a presença de

esperma em grande quantidade dentro da espermateca pode atuar mecanicamente, estimulando sensores que inibem a receptividade (FRITZ; TURNER, 2002).

As secreções das glândulas acessórias transferidas juntamente com os espermatozoides, podem agir quimicamente no comportamento da fêmea, como constatado em bioensaio desenvolvido em olfatômetro por JANG *et al.* (1998). Neste estudo, fêmeas de *C. capitata* virgens foram injetadas com secreções das glândulas acessórias de machos, e passaram a agir de maneira semelhante às copuladas, respondendo mais a odores da planta hospedeira do que ao feromônio dos machos. A atuação química do conteúdo injetado foi evidenciada, quando outro grupo de fêmeas, as quais foram injetadas com solução fisiológica, responderam em maior parte ao feromônio sexual dos machos.

Conforme JANG *et al.* (1998), a depreciação na capacidade dos machos estéreis de *C. capitata* em inibirem a receptividade das fêmeas, parece estar mais relacionada à reduzida quantidade de esperma, do que às substâncias das glândulas acessórias, as quais não são alteradas com a irradiação. VERA *et al.* (2006) estudaram a compatibilidade sexual de seis populações de *A. fraterculus* da América do Sul e verificaram que a maioria das populações apresentou isolamento reprodutivo.

### Programas de supressão populacional de moscas-das-frutas

A TIE para moscas-das-frutas tem sido usada em vários países (EUA, México, Guatemala, Argentina, Chile, Peru, Portugal, Tunísia, Tailândia, África do Sul e Japão) para a erradicação ou supressão de diversos tefritídeos tais como: *C. capitata*, *B. cucurbitae*, *A. ludens* e *A. obliqua* (Macquart, 1835), protegendo com sucesso áreas de fruticultura contra a infestação de moscas-das-frutas (HENDRICHS *et al.*, 2002).

Tabela 1 - Principais biofábricas destinadas à produção de insetos estéreis para o controle de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae).

Biofábrica	Local	Espécie produzida
IAEA/FAO <sup>1</sup>	Seibersdorf/Áustria	
MOSCAMED Brasil	Juazeiro/Brasil	
MOSCAMED México	Ciudade de Mexico/México	<i>Ceratitidis capitata</i>
MOSCAMED USDA	Ciudade de Guatemala/Guatemala	
CCBPV <sup>2</sup>	Caudete de las Fuentes/Argentina	
Fruit Fly Africa	Stellenbolschgg/África do Sul	<i>Ceratitidis spp.</i> <sup>3</sup>
MOSCAFRUT	Tapachula/México	<i>Anastrepha spp.</i> <sup>4</sup>
AINSE	Lucas Heights/Austrália	<i>Bactrocera tryoni</i>
Oxitec	Abingdon/Inglaterra	<i>Ceratitidis capitata</i> , <i>Anastrepha ludens</i> e <i>Bactrocera oleae</i>

<sup>1</sup>International Atomic Energy Association/F.

<sup>2</sup>Centro de Controle Biológico de Pragas de Valencia.

<sup>3</sup>*Ceratitidis capitata* e *C. rosa*.

<sup>4</sup>*Anastrepha ludens*, *A. obliqua*, *A. striata* e *A. serpentina*.

Dentre os programas de erradicação e/ou supressão populacional de moscas-das-frutas, destaca-se o programa MOSCAMED, iniciado em 1976 na Guatemala e em 1977 no México, para o controle de *C. capitata*.

O Chile, em seu programa de erradicação da *C. capitata* comprava os insetos estéreis do México, até a construção de uma biofábrica própria. Em 1995 foi declarada a erradicação de *C. capitata*, nas principais regiões agrícolas daquele país. Em Mendoza, Argentina, uma biofábrica foi instalada em 1990, onde a liberação de indivíduos estéreis resultou numa redução de 85% de insetos férteis capturados até 1994 (WALDER, 2002).

Na Califórnia (EUA), a implantação de um programa preventivo foi o suficiente para reduzir em 96% os indivíduos de *C. capitata* capturados nas armadilhas. A mesma espécie foi controlada na África do Sul, através de um programa de supressão implantado de 1997-2002, que proporcionou uma drástica redução na quantidade de inseticidas utilizados (ENKERLIN, 2005).

No Brasil, a Biofábrica MOSCAMED foi implantada em Juazeiro (BA) em 2005, cuja aplicação da TIE está sendo direcionada para o controle da mosca-do-mediterrâneo, *C. capitata* (PARANHOS, 2007). A localização da biofábrica no Brasil é bastante estratégica uma vez que o Submédio do Vale do São Francisco é responsável por mais de 95% das exportações de manga e uva do país. Além disso, o fato desta região apresentar algumas espécies de mosca-das-frutas (*A. obliqua*, *A. fraterculus* e *C. capitata*) consideradas pragas de importância quarentenária em alguns países como EUA, Japão e outros da Ásia, implica na necessidade de manter a população de moscas-das-frutas na região em níveis bem baixos, ou seja, índice Mosca/Armadilha/Dia menor que 1 (MAD <1). E ainda assim há necessidade da aplicação de tratamentos quarentenários pós-colheita, o que reduz a qualidade dos produtos e eleva os custos de produção e exportação (MALAVASI; NASCIMENTO, 2003).

Mais recentemente, foi iniciado no México, o programa MOSCAFRUT, no ano de 2012, para o controle de espécies do gênero *Anastrepha*. Na Tabela 1 podem ser visualizadas as biofábricas que utilizam a TIE no controle de moscas-das-frutas.

A TIE pode ser considerada um método eficiente em programas de manejo integrado de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), desde que atenda os requisitos básicos para sua utilização. Observa-se a necessidade de um refinamento dos estudos de biologia e comportamento de insetos estéreis, para um embasamento sólido na aplicação da TIE em tefritídeos.

ALLINGHI, A.; CALCAGNO, G.; PETIT-MARTY, N.; GÓMEZ CENDRA, P.; SEGURA, D.; VERA, T.; CLADERA, J.; GRAMAJO, C.; WILLINK, E.; VILARDI, J.C. Compatibility and competitiveness of a laboratory strain of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) after irradiation treatment. *Florida Entomologist*, v.90, n.1, p.27-32, 2007.

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

CÁCERES, C. Mass rearing of temperature sensitive genetic sexing strains in the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*). *Genetica*, v.116, n.1, p.107-116, 2002.

ENKERLIN, W.R. Impact of fruit fly control programmes using the sterile male technique. In: DYCK, V.A.; HENDRICH, J.; ROBINSON, A.S. (Eds.). *Sterile Insect Technique – Principles and practice in area-wide integrated pest management*. Houten: Springer, 2005. p.651-676.

FISHER, K.; CACERES, C. A filter rearing system for mass reared genetic sexing strains of Mediterranean fruit fly (Diptera:Tephritidae). In: TAN, K.H. (Ed.). *Area-wide management of fruit flies and other major insect pests*. Penang: Universiti Sains Malaysia Press, 2000. p.543-550.

FRIEZE, B.; TURNER, N. *Images of gambling in film*. Popular Culture Meeting, 2002.

HENDRICH, J.; ROBINSON, A.S.; CAYOL, J.P.; ENKERLIN, W. Medfly areawide sterile insect technique programmes for prevention, suppression or eradication: the importance of mating behavior studies. *Florida Entomologist*, v.85, n.1, p.1-13, 2002.

IAEA/FAO/USDA. *Manual for Product Quality Control and Shipping Procedures for Sterile Mass Reared Tephritid Fruit Flies, Version 5.0*. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2003. 85p.

JANG, E.B.; MCINNIS, D.O.; LANCE, D.R.; CARVALHO, L.A. Mating-induced changes in olfactory-mediated behavior of laboratory-reared normal, sterile, and wild female Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) mated to conspecific males. *Annals of the Entomological Society of America*, v.91, p.139-144, 1998.

KRAAIJEVELD, K.; CHAPMAN, T. Effects of male sterility on female remating in the Mediterranean fruitfly, *Ceratitis capitata*. *Proceedings of the Royal Society of London*, v.271, n.1535, p.209-211, 2004.

KNIPLING, E.F. Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile male. *Journal of Economic Entomology*, v.48, p.459-462, 1955.

MALAVASI, A.J.S.; NASCIMENTO, A.S. Programa Biofábrica Moscamed Brasil. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, Águas de São Pedro. *Resumos*. Águas de São Pedro: 2003. p.52.

#### REFERÊNCIAS

- MALAVASI, A.J.S.; ZUCCHI, R.A. *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil*. Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 320p.
- MORELLI DE ANDRADE, R. *Influência da recópula de fêmeas selvagens de Ceratitis capitata (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae) na eficiência da técnica do inseto estéril*. 2008. 57f. Tese (Doutorado em Ciências – Área de concentração em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- MOSSINSON, S.; YUVAL, B. Regulation of sexual receptivity of female Mediterranean fruit flies: old hypotheses revisited and a new synthesis proposed. *Journal Insect Physiology*, v.49, n.6, p.561-567, 2003.
- OROZCO-D ÁVILA, D.; HERNÁNDEZ, R.; MEZA, S.; DOMÍNGUEZ, J. Sexual competitiveness and compatibility between mass-reared sterile flies and wild populations of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) from different regions in Mexico. *Florida Entomologist*, v.90, n.1., p.19-26, 2007.
- PARANHOS, B.A.J. Técnica do Inseto Estéril e Controle Biológico: métodos ambientalmente seguros e eficazes no combate às moscas-das-frutas. In: Simpósio DE MANGA DO VALE DO SÃO FRANCISCO, 1., 2005, Petrolina. *Resumos*. Petrolina: 2005. 12p.
- PARANHOS, B.J.; MCLNNIS, D.; URAMOTO, K.; DAMASCENO, I.; GONÇALVES, N.; ALVES, R.M.; LOURDES, M.F.; WALDER, J.; MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. Sterile medfly males of the tsl Vienna 8 genetic sexing strain improved mating performance with ginger root oil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA, 7., 2006, Salvador. *Resumos*. Salvador: 2006.
- PARANHOS, B.J.P.; MOREIRA, F.R.B.; HAJI, F.N.P.; ALENCAR, J.A. DE; MOREIRA, A.N. *Monitoramento de moscas-das-frutas e o seu manejo na fruticultura irrigada do Submédio São Francisco*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. 11p.
- PETIT-MARTY, N.; VERA, M.T.; CALCAGNO, G.; CLADERA, J.L.; SEGURA, D.F.; ALLINGHI, A.; RODRIGUERO, M.; GÓMEZ CENDRA, P.; VISCARRET, M.M.; VILARDI, J.C. Sexual behavior and mating compatibility among four populations of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) from Argentina. *Annals of the Entomological Society of America*, v.91, n.1, p.1320-1327, 2004.
- RAGA, A.; SOUZA-FILHO, M.F. Manejo e monitoramento de moscas-das-frutas. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 7., 2003, Indaiatuba. *Resumos*. Campinas: Instituto Biológico, 2003. 49p.
- ROBINSON, A.S. Genetic sexing strains in medfly, *Ceratitis capitata*, sterile insect technique programmes. *Genetica*, v.116, n.1, p.5-13, 2002.
- SELIVON, D.; PERONDINI, A.L.P.; MORGANTE, J.S. A genetic-morphological characterization of two cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America*, v.98, n.3, p.367-381, 2005.
- SILVA, F.F.; MEIRELLES, R.S.; REDAELLI, L.R.; DALSOGLIO, F.K. Diversity of flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) in organic citrus orchards in the Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Neotropical Entomology*, v.35, n.5, p.666-670, 2006.
- STEINER, L.F.; CHRISTENSON, L.D. Potential usefulness of the sterile fly release method in fruit fly eradication programmes. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, v.16, n.2, p.17-18, 1956.
- STEINER, L.F.; MITCHELL, W.C.; BAUMHOVER, A.H. Progress of fruit fly control by irradiation sterilization in Hawaii and the Marianas Islands. *Journal of Applied Radiation and Isotopes*, v.13, n.9, p.427-434, 1962.
- VERA, M.T.; CACERES, C.; WORNOPYORN, V.; ISLAM, A.; ROBINSON, A.S.; DE LA VEJA, M.H.; HENDRICH, J.; CAYOL, J.P. Mating incompatibility among populations of the South American Fruit Fly *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America*, v.99, n.2, p.387-397, 2006.
- WALDER, J.M.M.; CALKINS, C.O. Gamma radiation effects on ovarian development of the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, v.75, n.2, p.267-271, 1992.
- WALDER, J.M.M. Produção de moscas-das-frutas e seus inimigos naturais: associação de moscas estéreis e controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; BOTELHO, B.S.; BENTO, J.M.S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. Manole, 2002. p.181-190.

Recebido em 23/5/14

Aceito em 10/6/14