

### TÉCNICA DO INSETO ESTÉRIL: Nova Tecnologia para Combater a Mosca-das-Frutas, *Ceratitis capitata*, no Submédio do Vale do São Francisco

Beatriz Aguiar Jordão Paranhos<sup>1</sup>  
Antonio Souza do Nascimento<sup>2</sup>  
Flavia Rabelo Barbosa<sup>1</sup>  
Rodrigo Viana<sup>3</sup>  
Raimundo Sampaio<sup>4</sup>  
Aldo Malavasi<sup>5</sup>  
Júlio Marcos Melges Walder<sup>6</sup>



Foto: Rodrigo Viana.

#### ASPECTOS GERAIS

Conhecida também por mosca-do-mediterrâneo ou moscamed, a *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) (Fig. 1) é nativa da África Equatorial e encontra-se espalhada em todos os continentes. Foi constatada pela primeira vez no Brasil em 1901. É considerada uma das espécies de moscas-das-frutas mais nocivas à fruticultura mundial, pois apresenta grande plasticidade ecológica e evolutiva, adaptando-se rapidamente a novos hospedeiros e ambientes. Além dos danos diretos causados por esta mosca (Fig. 2), o dano indireto, ainda mais prejudicial, está relacionado ao custo das medidas regulatórias requeridas para exportar frutas frescas para países que consideram esta praga de importância quarentenária, tais como EUA, Japão e outros países da Ásia. Alta população de *C. capitata*, bem como a presença de resíduos tóxicos nos frutos em níveis acima do permitido, causam o cancelamento do registro destes pomares no programa de exportação, causando um impacto sócioeconômico altamente negativo para a região (Malavasi & Nascimento, 2003).



Foto: Gerard Franz.

Fig. 1. Macho (esquerda) e fêmea (direita) de moscamed, *Ceratitis capitata*.



Fotos: Julio M. M. Walder.

Fig 2. Frutos atacados por larvas de moscas-das-frutas.

1. Eng<sup>a</sup>. Agrônoma - Pesquisadora Embrapa Semi-Árido;  
2. Eng<sup>o</sup>. Agrônomo - Pesquisador Embrapa Mandioca e Fruticultura;  
3. Eng<sup>o</sup>. Agrônomo - Supervisor de Campo Biofábrica Moscamed Brasil;  
4. Eng<sup>o</sup>. Agrônomo - Coordenador Programa de Controle de Moscas-das-frutas ADAB-BA;  
5. Biólogo - Diretor-Presidente Biofábrica Moscamed Brasil;  
6. Eng<sup>o</sup>. Agrônomo - Prof. Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo.

A utilização da técnica do inseto estéril - TIE atende às 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, tais como: EUA, México, Guatemala, Argentina, Chile, Peru, Portugal, Tunísia, Tailândia, África do Sul e Japão (Hendrichs et al., 2002). A TIE consiste na criação, em grande escala, do inseto-praga que se deseja controlar e na liberação semanal desses insetos esterilizados no campo. Os insetos estéreis copulam com os selvagens, mas não geram descendentes (Knipling, 1955). As premissas básicas para a utilização da TIE no controle de insetos são: que a reprodução seja sexuada através da cópula, que as fêmeas copulem de preferência apenas uma vez e que haja facilidade de criação da praga em escala industrial em dieta artificial. A eficiência da TIE pode ser maior quando se liberam apenas os machos no campo, pois aumenta a probabilidade de eles copularem apenas com as fêmeas selvagens, com reduções no custo de produção e de liberação. No caso de moscas-das-frutas, as fêmeas estéreis continuam fazendo punctura nos frutos, o que diminui a qualidade para a exportação. Para ser possível a liberação de apenas machos no campo, na década de 1980, foi desenvolvida uma linhagem mutante, cujas fêmeas emergem de pupas brancas, desta forma podendo-se descartar as brancas, mantendo-se as pupas marrons para a liberação de machos estéreis (Fig. 3). Dez anos após, para economizar no sistema de produção em escala industrial, foi obtido um mutante cujas fêmeas possuem sensibilidade letal à temperatura (*tsl*) de 34°C, ainda na fase de embrião (Robinson et al., 1999; Cáceres, 2002). Desta forma, quando o objetivo é a liberação de machos estéreis em campo, tratam-se os ovos a uma temperatura de 34°C, por 24 horas, exterminando-se todos os ovos que vão originar fêmeas. Em seguida, os ovos são colocados na dieta artificial e, quando chegam na fase de pupa, todas são marrons e machos. Quarenta e oito a 24 horas antes da emergência dos adultos, as pupas são pintadas com tinta em pó fluorescente, ensacadas e irradiadas com 95Gy de radiação gama de Co-60 ou Raio X. Assim que os machos emergem, ficam marcados com a tinta fluorescente e quando atingem 3 a 5 dias de idade, são liberados no campo. Desta forma, quando se faz o monitoramento nas armadilhas Jackson no campo, é possível distinguir machos selvagens de machos estéreis sob luz negra ou em microscópio com epifluorescência, pois os estéreis ficam fluorescentes (Fig. 4).

Foto: Gerard Franz.



Fig. 3. Pupa marron (macho) e pupa branca (fêmea) da linhagem mutante *tsl*- Vienna 8.

Foto: Rodrigo Viana.



Fig. 4. Macho estéril marcado com tinta em pó fluorescente vermelha.

Na aplicação da TIE para moscamed, os machos estéreis que são liberados em campo devem apresentar boa capacidade de dispersão, boa sobrevivência e bom desempenho sexual. Portanto, a eficiência e a eficácia da utilização da TIE dependem do sucesso dos machos estéreis na competição com os machos selvagens pela cópula das fêmeas. Segundo a FAO/IAEA/USDA (2003), para que a TIE seja tecnicamente viável no controle de moscamed, é preciso que ocorram, em condições de campo, no mínimo, 20% de cópulas entre machos estéreis *tsl* e fêmeas selvagens.

Um dos meios de se aumentar a eficiência da TIE é a liberação de uma população nove a cem vezes maior de machos estéreis em relação à população selvagem presente no campo, pois aumenta a probabilidade de as fêmeas selvagens serem copuladas pelos machos estéreis (Knipling, 1955).

O conhecimento do comportamento e das estratégias utilizadas pelos machos selvagens e estéreis na abordagem das fêmeas para a cópula tem grande relevância para os programas da TIE, já que determinam a aceitação e a resposta das fêmeas selvagens. A estratégia de cópula em moscas-das-frutas consiste em: a) aglomeração dos machos na

parte inferior de folhagens de plantas hospedeiras ou não hospedeiras; b) emissão do feromônio sexual (Fig. 5); c) chamada por meio do batimento das asas; d) chegada da fêmea, que fica frente a frente ao macho; e) ambos se tocam com as antenas; f) machos pulam sobre as fêmeas e iniciam a cópula, sendo que a fêmea pode ou não aceitar o macho, e g) fim da cópula.

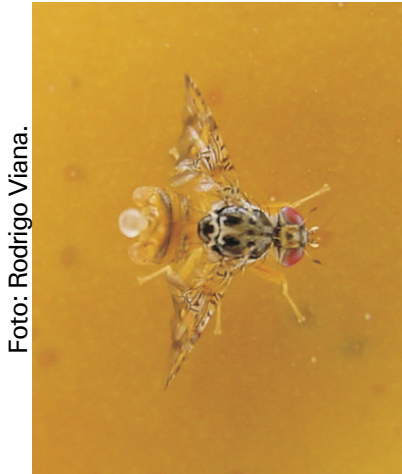


Foto: Rodrigo Viana.

Fig. 5. Macho de moscamed liberando feromônio sexual.

### Comportamento dos machos estéreis nas condições do Submédio do Vale do São Francisco.

Estudos realizados no Submédio do Vale do São Francisco (SVSF) mostram que machos estéreis da linhagem mutante Vienna 8, utilizada na Biofábrica Moscamed Brasil, apresentam compatibilidade sexual com as fêmeas selvagens presentes na referida região (Paranhos et al., 2006a), pois revelaram um índice de cópula maior que 0,2 ou 20% (Fig. 6). Foi constatado que a dose de radiação gama de 95Gy (fonte Co-60), empregada para esterilizar os machos, não afeta negativamente o comportamento de cópula (Fig. 6). Além disso, tais estudos mostraram, também, que grande parte da população liberada sobrevive até dois dias no campo (Fig. 7) e que 7,8% voam até 100 m de distância do ponto de liberação nos pomares de manga irrigados na região semi-árida (Fig. 8) (Paranhos et al., 2006b). Também, foi comprovado que machos estéreis tratados aromaticamente com óleo de gengibre quase duplicaram o índice de cópulas com fêmeas selvagens (Fig. 6) (Paranhos et al., 2006a).

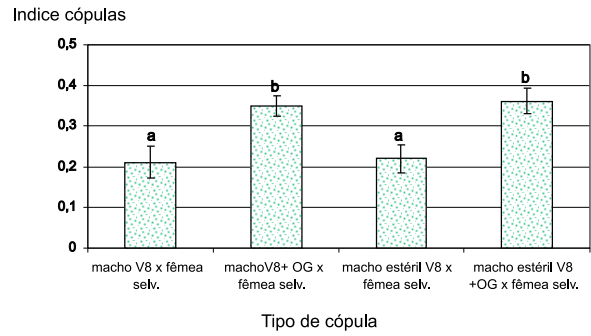


Fig. 6. Índice de cópula entre machos estéreis e fêmeas selvagens não tratados e tratados com óleo de gengibre (OG). Petrolina-PE, 2005-2007.

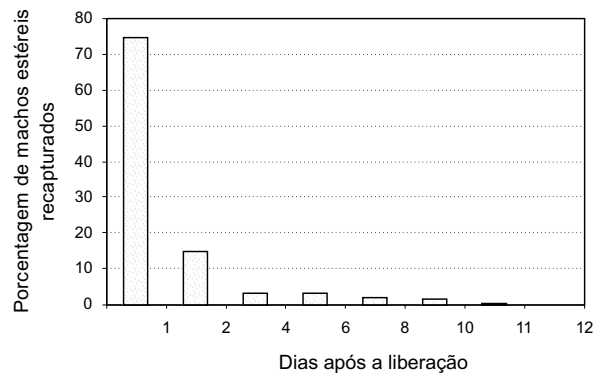


Fig. 7. Porcentagem de machos estéreis recapturados após a liberação em campo. Petrolina-PE, 2005-2007.

Nos experimentos realizados na Embrapa Semi-Árido, em Petrolina-PE, nos anos de 2005 a 2007, observou-se que a cópula pode durar até 4 horas, com média de 2,5 horas entre os selvagens, sendo o tempo da cópula do macho estéril menor. Entretanto, quando os machos estéreis foram tratados aromaticamente com óleo de gengibre, aumentou-se significativamente este tempo (Fig. 9). Esse tempo é importante na transferência de sêmen do macho para as duas espermatecas das fêmeas. Caso as espermatecas não sejam preenchidas completamente, a fêmea poderá procurar outro macho para uma nova cópula e se este for selvagem, vai gerar descendentes férteis. Após a cópula, as fêmeas iniciam a busca de frutos hospedeiros para a oviposição.



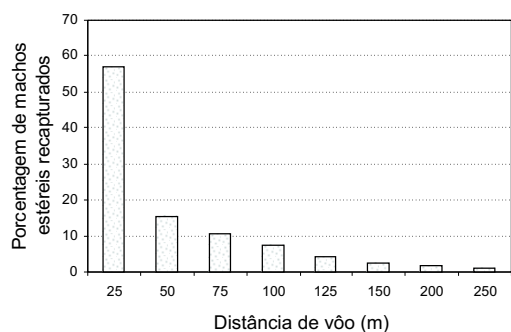


Fig. 8. Percentagem de machos estéreis recapturados em várias distâncias, a partir do centro do pomar de mangas. Petrolina-PE, 2005-2007.

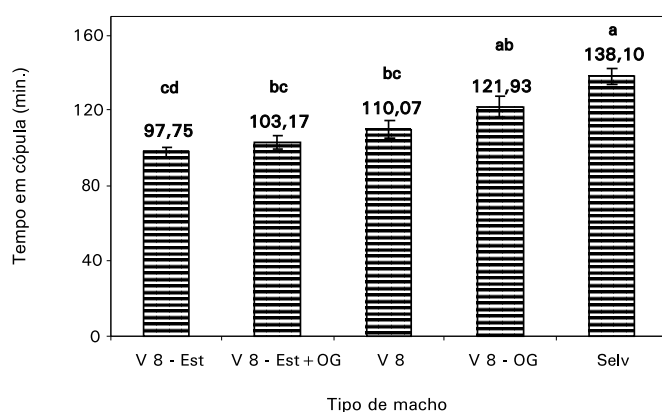


Fig. 9. Tempo médio de cópula entre vários tipos de machos com fêmeas selvagens: machos estéreis (V 8 - Est) e férteis (V 8) tratados ou não com óleo de gengibre (OG) e machos selvagens (Selv). Petrolina-PE, 2005-2007.

As fêmeas de *C. capitata* podem colocar mais de um ovo por hospedeiro, aproveitando furos já existentes na casca, mesmo que este já contenha ovos, sejam estes de *C. capitata* ou de outras espécies de moscas-das-frutas. As fêmeas de moscas-das-frutas podem colocar até 1.000 ovos, dependendo da espécie.

O ciclo da mosca-do-mediterrâneo varia com o clima da região; em temperaturas mais altas, o ciclo diminui e em temperaturas mais baixas, aumenta. Em regiões quentes e com muitas espécies de frutas hospedeiras, tais como goiaba, acerola, manga, uva, carambola, ceriguela e amendoeira, entre outras presentes no Submédio do Vale do São Francisco, a mosca tem ciclo curto (menos de 30 dias de ovo a adulto) e passa de um hospedeiro a outro durante todo o ano, chegando a completar até 12 gerações ao ano.

O programa de supressão de moscamed por meio da TIE no Brasil deve estar dentro de um programa de manejo integrado das moscas-das-frutas. O monitoramento com armadilhas Jackson é o ponto

inicial e imprescindível para detectar o nível de infestação, os focos e os locais de entrada das moscas no pomar. Com os dados coletados nas armadilhas, calcula-se o índice MAD (moscas/armadilha/dia) (Haji et al., 2005). A população de *C. capitata* deve ser suprimida dos pomares de manga para exportação quando o índice MAD estiver maior ou igual a 0,5. Para tanto, fileiras alternadas dos pomares devem ser pulverizadas com iscas tóxicas (água + atrativo alimentar + inseticidas registrados e seletivos). A liberação de machos estéreis deve iniciar quando o MAD estiver abaixo de 0,1, pois acima desse índice a TIE torna-se economicamente inviável.

O controle mecânico pela catação dos frutos remanescentes no solo ou nas plantas e o enterrio deles a uma profundidade superior a um metro são indispensáveis para impedir que o ciclo da mosca se complete (Fig. 10).



Foto: Raimundo Sampaio.

Fig. 10. Catação e enterrio dos frutos remanescentes.

O programa Moscamed Brasil visa à liberação de cerca de 1.000 machos estéreis/ha e estes devem atender a um padrão de controle de qualidade determinado pela Agência Internacional de Energia Atômica (FAO/IAEA/USDA, 2003), a fim de serem capazes de voar, atrair as fêmeas, copular e transferir o sêmen mesmo sendo inférteis.

A TIE pode e deve ser empregada em área ampla, isto é, deve haver liberação dos machos estéreis em toda a área: pomares comerciais, pomares domésticos, matas com hospedeiros nativos e áreas urbanas com plantas hospedeiras. É um método que não causa a contaminação do meio ambiente ou dos operadores.

## Considerações finais

Existe compatibilidade sexual entre machos estéreis da linhagem *ts/Vienna-8* e fêmeas selvagens de *C. capitata* presentes no Submédio do Vale do São Francisco.

A aromaterapia com óleo de gengibre aumenta a competitividade de machos estéreis de moscamed da linhagem mutante *ts/Vienna-8* e, conseqüentemente, a esterilidade dos ovos de fêmeas selvagens. O óleo de gengibre poderá ser usado em biofábricas de machos estéreis de *C. capitata* para aumentar a eficiência da TIE para esta praga.

Os machos estéreis da linhagem mutante *ts/Vienna-8*, *Ceratitís capitata*, apresentam boa dispersão e sobrevivência em pomares irrigados no Semi-Árido.

## Agradecimentos

Ao Banco do Nordeste (BNB) e à FINEP, pelo apoio financeiro na montagem do laboratório de mosca-das-frutas da Embrapa Semi-Árido e na realização das pesquisas.

## Referências Bibliográficas

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

FAO. **Product quality control and shipping procedures for sterile mass reared tephritid fruit flies**, Version 5.0. Vienna: International Atomic Energy Agency: FAO, 203. 85 p.

Haji, F. N. P.; PARANHOS, B. A. J.; MIRANDA, I. G.; BARBOSA, F. R.; SOUZA, A. M. Monitoramento de moscas-das-frutas no Submédio do Vale do São Francisco. In: MENEZES, A. M.; BARBOSA, F. R. (Ed.). **Pragas da mangueira**: monitoramento, nível de ação e controle. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2005. p. 83-96.

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

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Annual Report 2003**. Vienna. 2003. 53 p.

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

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

PARANHOS, B. A. J.; MCINNIS D.; URAMOTO K.; DAMASCENO I.; GONÇALVES N.; ALVES R. M.; COSTA M. L. Z.; WALDER J. M.; MALAVASI, A.; NASCIMENTO A. S. Sterile medfly males of the *ts/Vienna 8* genetic sexing strain improved mating performance with ginger root oil. In: INTERNATIONAL FRUIT FLY SIMPOSIUM, 7., 2006, Salvador. **Proceedings...** Salvador: Fruitfly, 2006a. 1 CD-ROM.

PARANHOS, B. A. J.; PAPADOPOULOS, N.; DAMASCENO, I.; ROMANO, M.; ALVES, R. M.; LOPES, R.; COSTA, M. L.Z.; MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S.; WALDER, J. M. M. Dispersão e sobrevivência de machos estéreis de moscamed, linhagem mutante *ts/*, no submédio do Vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., 2006, Recife. **Resumos...** Recife: SEB, 2006b. 1 CD-ROM.

ROBINSON, A. S.; FRANZ, G.; FISHER, K. Genetic sexing strains in the medfly, *Ceratitís capitata*: development, mass rearing and field application. **Trends in Entomology**, Kerala, v. 2, p. 81-104, 1999.

### Comunicado Técnico, 137

Esta publicação está disponibilizada no endereço:

<http://www.cpsatsa.embrapa.br>

Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

**Embrapa Semi-Árido**

Endereço: C.P. 23, 56302-970, Petrolina-PE

Fone: (87) 3862-1711

Fax: (87) 3862-1744

sac@cpsatsa.embrapa.br

1ª edição (2008): Formato digital

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



### Comitê de publicações

**Presidente:** *Maria Auxiliadora Coelho de Lima.*

**Secretário-Executivo:** *Eduardo Assis Menezes.*

**Membros:** *Geraldo Milanez de Resende,*

*Josir Laine Aparecida Veschi,*

*Diógenes da Cruz Batista,*

*Tony Jarbas Ferreira Cunha,*

*Gislene Feitosa Brito Gama e*

*Elder Manoel de Moura Rocha.*

### Expediente

**Supervisor editorial:** *Eduardo Assis Menezes.*

**Revisão de texto:** *Eduardo Assis Menezes.*

**Tratamento das ilustrações:** *Háviner Uchoa Pedrosa.*

**Editoração eletrônica:** *Háviner Uchoa Pedrosa.*