



CÍTRICS

Importación de parasitoides exóticos para el control biológico de *Ceratitis capitata* en la Comunidad Valenciana

F. Beitia, J.V. Falcó,
M. Pérez-Hinarejos,
S. Santiago, P. Castañeda

UNIDAD ASOCIADA DE INVESTIGACIÓN IVIA/CIB-CSIC



La mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera, Tephritidae), es un díptero tefrítido citado sobre más de 250 especies vegetales, entre ellas cítricos y frutales (Liquido et al., 1991). Es un insecto considerado como la plaga más importante de cítricos en las regiones tropicales y subtropicales donde se encuentra, debido a su alta capacidad de dispersión, gran polifagia y altos niveles de adaptabilidad y potencial reproductor (Papadopoulos et al., 1996).

En España se encuentra tanto en las Islas Canarias y Baleares como en la Península, en donde se distribuye por toda la región mediterránea, alcanzando con condiciones ambientales favorables zonas situadas más hacia el interior (Ros, 1988), siendo una plaga endémica en las áreas frutícolas españolas de las zonas mediterráneas. Sus ataques han generado un incremento significativo de las pérdidas directas en los últimos años a pesar de las actividades permanentes de control desde su aparición como plaga en España en el siglo XIX. La Comunidad Valenciana es una de las áreas españolas más afectadas por la incidencia de la plaga sobre muy diversos cultivos. Los adultos son atraídos por la fruta, en el interior de la cual se desarrollan sus larvas, a lo largo del año se puede detectar poblaciones del insecto sobre distintos hospedantes, tales como níspero, albaricoque, melocotón y nectarina, higo, caqui y otros frutales, pero destacan sus cuantiosas pérdidas económicas en cítricos.

El amplio repertorio de métodos tradicionales y biotecnológicos utilizados en el control de *C. capitata* se han mostrado insuficientes para disminuir las pérdidas económicas producidas. La Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana ha diseñado un Plan Integral de Actuación contra la Mosca de la Fruta en la Comunidad Valenciana que, sin abandonar la aún necesaria utilización de tratamientos fitosanitarios, aboga para este año 2003 por el desarrollo de métodos biológicos de control de la plaga, como son: trapeo para captura masiva, uso de trampas con quimioesterilizantes y suelta masiva de machos estériles.

CONTROL BIOLÓGICO DE LA MOSCA DE LA FRUTA

Uno de los posibles métodos a utilizar para el control de *C. capitata* es el empleo de enemigos naturales que ayuden a la reducción de sus poblaciones. El primer intento de acometer el control biológico de *C. capitata* data del año 1902, cuando el insecto se convirtió en el principal problema fitosanitario en Australia-Oeste y se hicieron numerosos intentos para introducir especies foráneas de parasitoides, todos ellos infructuosos (Headrick y Goeden, 1996). Además de la necesaria aclimatación de las especies introducidas a su



Foto 1. Hembra de *F. arisanus*..

nuevo hábitat, los principales problemas en el empleo de este control biológico se relacionaron con la polifagia y elevado potencial biótico de la plaga, así como con el tamaño de los frutos afectados y grosor de su epicarpio (Sivinski, 1996). Actualmente, ambos aspectos han sido solventados con la utilización de especies de parasitoides que poseen una buena capacidad de búsqueda y localización de la plaga y mediante liberaciones periódicas de cantidades masivas

de estas especies en determinadas fases adecuadas del ciclo poblacional de la plaga; por ejemplo, las liberaciones aumentativas del himenóptero braconídeo *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron) redujeron sustancialmente las poblaciones de *C. capitata* en la isla de Maui (Hawai, USA) (Wong *et al.*, 1991). Por otro lado, ya se están empleando enemigos naturales con distintas características de acción: parasitoides de larvas que están capacitados para localizar al

díptero en frutos caídos, de manera que la larva hospedante pueda ser atacada cuando queda desprotegida al salir del fruto; parasitoides de pupas que tienen la cualidad de buscar activamente al hospedante en el suelo; parasitoides de huevos que alcanzan a éstos cuando están depositados en la cara interna de la epidermis del fruto.

El control biológico de la mosca mediterránea de la fruta ha sido desarrollado y aplicado en campo en varios países, y en algunos casos este método ha alcanzado un gran éxito en el control de la plaga (Tabla 1). Hoy en día la aplicación de control biológico clásico contra *C. capitata* es usado satisfactoriamente en Sudamérica, Centroamérica, Australia y en Hawai (USA) (Wong *et al.*, 1991; Headrick y Goeden, 1996; Sivinski, 1996; Bautista *et al.*, 1999; Morales *et al.*, 1999).

En España, ya se intentó desarrollar el control biológico de *C. capitata* por medio de la importación de parasitoides exóticos a principio del Siglo XX: en los años 30 se importaron dos especies de braconídeos (Hymenoptera, Braconidae), *Opius humilis* Silvestri,

Tabla 1. Especies de himenópteros citados como parasitoides de *Ceratitis capitata*. Las letras mayúsculas a la derecha de los nombres científicos indican el país donde estos parasitoides se están utilizando en programas de control biológico (H: Hawaii, F: Florida, C: Costa Rica, G: Guatemala, A: Argentina).

Hymenoptera: Braconidae		Otros Hymenoptera	
Biosteres fullawayi (Silvestri)	H	Diapriidae: Coptera haywardi (Oglobin)	
Diachasmimorpha longicaudata (Ashmead)	HFCGA	Coptera occidentalis (Muesebeck)	
Diachasmimorpha kraussii (Fullaway)	HG	Coptera silvestri Kieffer	H
Diachasmimorpha tryoni (Cameron)	HG	Chalcididae: Dirhinus anthracina Walker	H
Doryctobracon crawfordi (Viereck)	G	Dirhinus giffardii (Silvestri)	
Fopius arisanus (Sonan)	HC	Eulophidae: Aceratoneuromyia indica (Silvestri)	A
Fopius vandenboschi (Fullaway)	H	Tetrastichus giffardianus Silvestri	H
Psytalia concolor (Szepligeti)	H	Pteromalidae: Muscidifurax raptor (Girault & Sanders)	
Psytalia incisi (Silvestri)		Pachycrepoideus vindemmiae (Rondani)	A
		Eucoilidae: Ganaspis carvalhoi (Dettmer)	
		Odontosema anastrephae (Borgmeier)	

1913 (= *Psytalia incisi* (Silvestri, 1913)) y *Opius tryoni* Cameron, 1911 (= *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron, 1911)) desde Hawai a la Comunidad Valenciana, pero no se obtuvo un resultado positivo debido al fracaso en la cría de laboratorio del parasitoide (Gómez Clemente, 1932, 1934). Años más tarde, se efectuó la introducción en 1960 del himenóptero eulófido *Tetrastichus giffardianus* Silvestri, 1915 en la isla de Tenerife (Islas Canarias), que hoy en día todavía puede recuperarse en campo parasitando ejemplares de la Mosca, pero no se ha realizado ningún análisis sobre su efecto beneficioso (Moner *et al.*, 1988). Y también, otro braconido parasitoide, *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905), fue importado por el I.N.I.A. (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid) en 1979 desde Grecia y aún hoy se mantiene su cría controlada de laboratorio pero no se dispone de datos que hayan permitido evaluar su efectividad en campo frente a la plaga.

SITUACIÓN ACTUAL EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

Actualmente, y en el marco del ya mencionado Plan Integral de Actuación contra la Mosca de la Fruta, de nuevo se ha planteado la posibilidad de utilizar parasitoides exóticos para colaborar en el control de *C. capitata*. En el Laboratorio de Entomología del IVIA se ha iniciado esta línea de investigación, teniendo en cuenta los nuevos métodos existentes para la cría controlada de la mosca y de sus parasitoides y su posterior liberación en campo, que pueden contribuir a facilitar el éxito de este método de



Foto 2. Hembra de *D. tryoni*.

control. Para ello, se ha realizado la importación de dos especies de braconidos parasitoides desde Hawai: *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron, 1911) (Figura 1) y *Fopius arisanus* (Sonan, 1932) (Figura 2) (Hymenoptera, Braconidae, Opiinae). Ambas especies de parasitoides proceden de la cría masiva que se mantiene en el U.S. Pacific Basin Agricultural Research Center (USDA-ARS) de Hawai (USA) y se recibieron en Agosto de 2002.

D. tryoni es una de las especies candidatas para el control efectivo de la Mosca de la Fruta en Hawaii (Wong & Ramadan, 1992), y además está siendo utilizado actualmente en programas de control biológico en Guatemala (Sivinski, 1996). Por su parte, *F. arisanus* es una especie de gran interés para su uso en sueltas inundativas frente a *C. capitata* en América Central (Harris & Bautista, 1996; Vargas *et al.*, 1999), y el proceso de su cría en masa ha sido recientemente mejorado, lo cual puede facilitar su uso en programas de control de la plaga (Wong & Ramadan, 1992; Bautista *et al.*, 1999; Calvitti *et al.*, 2002).

Tras realizar los pasos preceptivos de todo proceso de importación y cuarentena de especies exóticas, como se indica en Falcó *et al.* (2003a y b), se ha procedido al inici y mantenimiento de la cría controlada en laboratorio de ambas especies. En general, se ha seguido la metodología desarrollada al efecto por Jiménez y Castillo (1992) para *D. tryoni* y por Calvitti *et al.* (2002) para *F. arisanus*. Se han introducido las adaptaciones adecuadas a nuestras condiciones para la mejora de ambos procesos.

La cría de las dos especies se desarrolla sobre estados inmaduros de *C. capitata* como hospedante, los cuales proceden de la cría de laboratorio de la mosca mediterránea que se mantiene continuamente sobre dieta artificial, de acuerdo con Albajes & Santiago-Alvarez (1980), en las instalaciones del IVIA.

El proceso de cría de los dos parasitoides es similar (Falcó *et al.*, 2003b), aunque con las lógicas diferencias debidas a las características de ambas especies: *D. tryoni* es un parasitoide de larvas de la mosca, mientras que *F. arisanus* lo es de los huevos del díptero. En



Foto 3. Jaula de adultos de *F. arisanus*.

ambos casos el parasitoide evoluciona el interior de la larva de mosca pero permite la continuación del desarrollo de la misma, incluida la formación de la pupa, de la cual ya emerge el adulto del himenóptero. Los parasitoides se colocan en “jaulas de adultos” (Figuras 3 y 4); para que las hembras efectúen la puesta, huevos y larvas de 3º estadio de *C. capitata* son expuestos a los adultos de *F. arisanus* y *D. tryoni*, respectivamente: en el caso de *F. arisanus* se emplea un “sistema artificial” de puesta, según se describe en Calvitti *et al.* (2002), el cual se introduce dentro de la caja de adultos para exponer los huevos a las hembras del parasitoide (Figura 5), aunque periódicamente también se ofrece a los adultos del parasitoide frutas (plátano, melocotón, ...) previamente infestadas con huevos de la mosca; para *D. tryoni*, se colocan las larvas en la cara superior de la caja de adultos, constituida por una abertura tapada con muselina sobre la que se colocan las larvas de la

mosca a parasitar (Figura 6). En ambos casos, tras el periodo de puesta de las hembras de los himenópteros, se permite la continuación del desarrollo de las larvas de *C. capitata* sobre la dieta artificial, en cuyo interior se encuentra el parasitoide, hasta el estado de pupa. Las pupas potencialmente parasitadas se colocan en “cajas de emergencia” de adultos, desde donde se recuperaran éstos para su traslado a las cajas de adultos.

Actualmente, las poblaciones de ambas especies de parasitoides se mantienen en una cría controlada bien establecida. En el caso de *D. tryoni* se ha alcanzado ya la 14ª generación española, mientras que para *F. arisanus* se ha llegado ya hasta la 9ª generación del insecto. Esta diferencia es debida a una mayor duración del desarrollo del parasitoide de huevos.

Una vez consolidada la cría de ambas especies, se está procediendo a realizar experimentos de laboratorio para evaluar las características biológicas de ambos insectos, en cuanto a potencial parasitario, condiciones óptimas de desarrollo, etc., como paso previo a su utilización en campo. Paralelamente, se están efectuando pruebas para evaluar su potencial parasitario en árboles aislados y confinados. Por el momento se ha obtenido parasitismo natural en melocotón, a partir de una suelta controlada de *C. capitata* y la posterior introducción de adultos de *D. tryoni* procedentes de la cría de laboratorio.

Por otra parte, una vez efectuadas las evaluaciones necesarias, está prevista la transmisión del método de cría masiva desarrollado

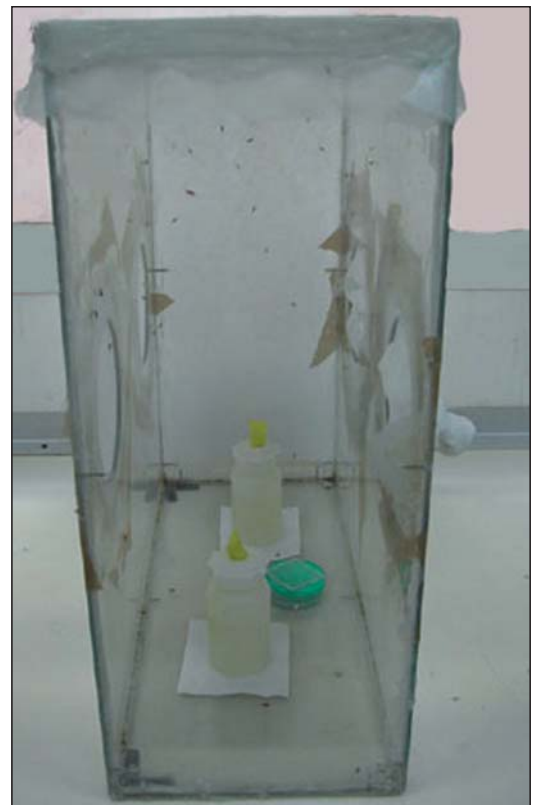


Foto 4. Jaula de adultos de *D. tryoni*.

para las dos especies de parasitoides al Servicio de Protección Vegetal de la Conselleria d' Agricultura, Pesca i Alimentació de la Generalitat Valenciana, con el fin de proceder a la cría masiva de las mismas que permita su utilización experimental en campo.

En el futuro inmediato se nos plantea la necesidad de continuar los trabajos iniciados con estas dos especies de himenópteros parasitoides, pero abordando el estudio de nuevas especies prometedoras, cual es el caso de otra especie del género *Fopius*, *F. ceratitivorus* Wharton, parasitoide de la mosca recientemente descubierto y que fue recolectado en la supuesta región de origen de *C. capitata*, al este de Africa, que es también parasitoide de huevos y larvas recién eclosionadas (López *et al.*, 2003). Y una especie muy interesante, como es *Aganaspis daci* (Weld) (Hymenoptera, Eucilidae), encontrada en higos recogidos en campo en la isla griega de Chios, que podría ser un agente eficaz de control de la mosca, con la peculiaridad de estar ya habituado a las condiciones mediterráneas (Papadopoulos y Katsoyannos, 2003).

Además de ser un método res-



Foto 5. Sistema artificial de puesta para *F. arisanus*.

petuoso con el medio ambiente, el control biológico de *C. capitata* es susceptible de usarse conjuntamente con otros métodos novedosos de control de la plaga en la Comunidad Valenciana, como los quimioesterilizantes y los machos estériles. En concreto, diversos autores han señalado la compatibili-

dad de la técnica de suelta machos estériles con la introducción de parasitoides exóticos en programas de control integrado de la plaga (Sivinski *et al.*, 1996; Harris y Bautista, 1999).

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los colegas del I.N.I.A. (Madrid) y del Ente per la Nuova tecnologia, l'Energia e l'Ambiente (E.N.E.A.) (Roma, Italia) por su ayuda en la transferencia de la metodología de inicio de las crías de los parasitoides, así como por su amabilidad en las visitas efectuadas a ambos laboratorios. Igualmente debemos agradecer al Dr. Bautista del USDA-Hawaii por el envío de los ejemplares de ambas especies con que se inicio la cría y por sus valiosas indicaciones técnicas.



Foto 6. Sistema de puesta para *D. tryoni*.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBAJES, R.; SANTIAGO-ALVAREZ, C.; 1980. Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Ceratitis capitata* (Wied.). Anales INIA, Serie Agrícola, 13: 183-190.
- BAUTISTA, R.C.; MOCHIZUKI, N.; SPENCER, J.P.; HARRIS, E.J.; ICHIMURA, D.M.; 1999. Mass rearing of the tephritid fruit fly parasitoid *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae). Biological Control, 15:137-144.
- CALVITTI, M.; ANTONELLI, M.; MORETTI, R.; BAUTISTA, C.; 2002. Oviposition response and development of the egg-pupal parasitoid *Fopius arisanus* on *Bactrocera oleae*, a tephritid fruit fly pest of olive in the Mediterranean Basin. Entomologia Experimentalis et Applicata, 102: 65-73.
- FALCÓ, J.V.; PÉREZ-HINAREJOS, M.; SANTIAGO, S.; NAVARRO, S.; BEITIA, F.; 2003a. Introducción de parasitoides exóticos para el control de insectos plaga: procedimientos de importación y cuarentena. En: Capdevila-Argüelles L., B. Zilletti y N. Pérez-Hidalgo (Coords.): *Contribuciones al conocimiento de las especies exóticas invasoras*. Grupo Especies Invasoras Ed., G.E.I., Serie Técnica, 1:222-224.
- FALCÓ, J.V.; PÉREZ-HINAREJOS, M.; SANTIAGO, S.; HERMOSO DE MENDOZA, A.; BEITIA, F.; 2003b. Rearing methods of two braconid parasitoids used in the biological control of *Ceratitis capitata*. IOBC/WPRS Bulletin, 26(6):99-102.
- GÓMEZ CLEMENTE, F.; 1932. Un ensayo de lucha biológica contra la *Ceratitis capitata* en Valencia. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola, 6:80-89.
- GÓMEZ CLEMENTE, F.; 1934. Los parásitos de la *Ceratitis capitata* Wied. Nuevos ensayos de importación y aclimatación. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola, 7:69-80.
- HARRIS, E.J.; BAUTISTA, R.; 1996. Effects of fruit fly host, fruit species, and host egg to female parasitoid ratio on the laboratory rearing of *Biosteres arisanus*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 79: 187-194.
- HARRIS, E.J.; BAUTISTA, R.C.; 1999. Rearing *Fopius arisanus* on mediterranean fruit fly: current progress and future potential. In WGFFWH Meeting (3, 1999, Guatemala). p. 45.
- HEADRICK, D.H.; GOEDEN, R.D.; 1996. Issues concerning the eradication or establishment and biological control of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), in California. Biological Control, 6:412-421.
- JIMÉNEZ, A.; CASTILLO, E.; 1992. *Biosteres longicaudatus* (Ashmead), un parasitoide de las moscas de las frutas. Su cría y posibilidades de empleo en control biológico. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 18: 139-148.
- LÍQUIDO, N.J.; SHINODA, L.A.; CUNNINGHAM, R.T.; 1991. Host plants of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. Miscellaneous Publication 77, Entomological Society of America, Lanham M.D.
- LÓPEZ, M.; SIVINSKI, J.; RENDÓN, P.; HOLLER, T.; BLOEM, K.; COPELAND, R.; TROSTLE, M.; ALUJA, M.; 2003. Colonization of *Fopius ceratitivorus*, a newly discovered african egg-pupal parasitoid (Hymenoptera: Braconidae) of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Fla. Entomol., 86(1):53-60.
- MONER, J.P.; PETIT, V.R.; BERNAT, J.M.; 1988. La mosca de las frutas (*Ceratitis capitata* Wied.). Ed. Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura i Pesca, Servei de Protecció dels Vegetals, 60 pp.
- MORALES, O.; JERÓNIMO, F.; RENDÓN, P.; 1999. Field cage evaluation of two species of larval parasitoids for the control of the mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. In WGFFWH Meeting, (3, 1999, Guatemala). p. 52-53.
- PAPADOPOULOS, N.T.; CAREY, J.R.; KATSOYANNOS, B.I.; KOULOSSIS, N.A.; 1996. Overwintering of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in northern Greece. Ann.Entomol.Soc.Am., 89:526-534.
- PAPADOPOULOS, N.T.; KATSOYANNOS, B.I.; 2003. Field parasitism of *Ceratitis capitata* larvae by *Aganaspis daci* in Chios, Greece. BioControl, 48:191-195.
- ROS, J.P.; 1988. La mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* Wied. Biología y métodos de control. Mº de Agricultura, Pesca y Alimentación, Hojas Divulgadoras, n. 8/88, 28 pp.
- SIVINSKI, J. M.; 1996. The past and potential of biological control of fruit flies. In Fruit Fly Pest, a world assessment of their biology and management. McPheron. A.; Steck, G.J. Eds. St. Lucie Press p. 369-375.
- SIVINSKI, J.; HOLLER, T.; ALUJA, M.; GERONIMO, F.; BARANOWSKI, R.; MESSING, R. 1996. Contributions to fruit fly biological control. In WGFFWH Meeting (2, 1996, Viña del Mar, Chile). p 72-73.
- VARGAS, R.Y.; HARRIS, E.J.; LIEDO, P.; RENDON, P.; JERONIMO, F.; 1999: An effective natural enemy for suppression of mediterranean fruit fly in coffee. In WGFFWH Meeting (3,1999, Guatemala), 62 pp.
- WONG, T.T.Y.; RAMADAN, M.M.; MCINNIS, D.O.; MOCHIZUKI, N.; NISHIMOTO, J.I.; HERR, J.C.; 1991. Augmentative releases of *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae) to suppress a Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population in Kula, Maui, Hawaii. Biological Control 1:2-7.