

# UTILIZACIÓN DEL PARASITOIDE EXÓTICO *Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD) PARA EL CONTROL DE *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN): ENSAYOS DE SEMI-CAMPO

<sup>1</sup> Unidad Asociada de Entomología UJI/IVIA.  
Centro de Protección Vegetal y Biotecnología.  
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).  
46113 Montcada. Valencia.

<sup>2</sup> Institut Supérieure Agronomique de Chott-Mériem.  
Université de Sousse.  
4042 Chott-Mériem. Túnez.

<sup>3</sup> Departamento de Biología Animal, Parasitología, Ecología, Edafología y Química Agrícola.  
Facultad de Biología.  
Universidad de Salamanca.  
37001 Salamanca.

<sup>4</sup> Instituto Federal Fluminense (IFF).  
Campus Bom Jesus do Itabapoana.  
RJ, Brasil (Bolsista CNPq).  
\* Dirección actual: Smurfit Institute of Genetics. Trinity College of Dublin. Dublín, Irlanda.

## Resumen

La mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata*, se considera una plaga clave en la producción de cítricos y otros frutales en la Cuenca Mediterránea. Actualmente, a escala mundial, se está implementando el uso de varios métodos de control ecológicos contra esta plaga, entre los que debe señalarse al control biológico.

Entre los enemigos naturales utilizados para el control poblacional de la plaga destaca el parasitoide larvo-pupal *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), que es un endoparasitoide de larvas de tefrítidos y está considerado como un importante agente de control biológico en numerosos países. Este insecto fue importado desde México por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, en 2009, para determinar la posibilidad de utilizarlo en el control biológico de poblaciones de *C. capitata* en la Comunidad Valenciana. Desde entonces, se está realizando un completo estudio sobre este parasitoide, para conocer en detalle su posible eficacia frente a la plaga.

Una de las potenciales aplicaciones de *D. longicaudata* podría ser su empleo en el control de "focos" poblacionales de la plaga (como es el caso de árboles aislados: higueras, nispereros, ...), por medio de introducciones inundativas, de forma que actúe sobre las poblaciones de la mosca y evite su incremento y posterior traslado e incidencia sobre diferentes cultivos.

**Palabras clave:** Mosca de la fruta, parasitoides, control biológico.

## INTRODUCCIÓN

En la Comunidad Valenciana, en el marco de la Gestión Integrada de Plagas (GIP) en cítricos, se ha apostado por la implantación de la Técnica del Insecto Estéril (TIE) como sistema básico para la reducción de poblaciones de la mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Beitia *et al.*, 2014a), y a tal efecto, la Generalitat Valenciana construyó la biofábrica para la producción de machos estériles de mosca que, ubicada en el municipio de Caudete de

las Fuentes y gestionada por la empresa pública Tragsa, produce y libera estos insectos en casi toda la zona citrícola de la Comunidad Valenciana. No obstante, para un buen y eficaz control poblacional de *C. capitata* se hace necesario el empleo de otros medios de control que complementen a la TIE y que actúen sobre poblaciones de la mosca presentes tanto en cítricos como en otros cultivos, y uno de ellos podría ser el control biológico (Beitia *et al.*, 2007; Sabater-Muñoz *et al.*, 2012).

El control biológico de plagas es un sistema que sintoniza plenamente con las líneas directrices de la GIP de cualquier cultivo agrícola. En los últimos años, en el IVIA se está analizando la utilización de parasitoides de tefrítidos, tanto de especies autóctonas como exóticas, para combatir las poblaciones de *C. capitata* que son un serio problema en cítricos y en muchos otros frutales (Beitia *et al.*, 2011). Una de las especies a estudio, que se ha importado por el IVIA desde la Planta de Cría y Esterilización de Moscas de la Fruta y Parasitoides (Moscafrut) (ubicada en el Municipio

de Metapa de Domínguez, Chiapas, México), es el himenóptero braconídeo *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905), puesto que es una de las especies de parasitoides que se emplea para controlar poblaciones de diversas especies de mosca de las frutas, por medio de sueltas inundativas (casos de Argentina, Brasil, Méjico y Costa Rica), obteniéndose resultados satisfactorios especialmente cuando se combina con el uso de la TIE (Montoya y Cancino, 2004; Montoya *et al.*, 2005; Paranhos *et al.*, 2007; Beitia *et al.*, 2011). Además, en esos países, la producción masiva de *C. capitata* para su empleo en TIE está coordinada con la producción masiva del parasitoide.

En el IVIA, desde su importación, se están desarrollando toda una serie de ensayos con *D. longicaudata* en laboratorio, invernadero, semi-campo y campo, que están permitiendo conocer las características biológicas básicas de esta especie y su actividad parasitaria sobre *C. capitata* en las condiciones climáticas mediterráneas (Sabater-Muñoz *et al.*, 2012; Harbi *et al.*, 2013; Harbi *et al.*, 2015). Todo el trabajo está encaminado al conocimiento sobre la potencialidad del parasitoide en controlar poblaciones de mosca, no sólo afectando a cítricos sino también sobre otras especies frutales de la Comunidad Valenciana.

Los ensayos de semi-campo y campo están dando una idea de su dimensión real como agente efectivo de control. Este parasitoide es capaz de parasitar larvas de la mosca a lo largo de todo el año y se ha comprobado que, al efecto de su importante actividad parasitaria se une también la mortalidad que induce en larvas y pupas de la mosca, lo que se podría traducir en una importante reducción de las poblaciones de campo de la plaga (Harbi *et al.*, 2013a; 2013b). También se está comprobando la atracción que ejerce la fruta infestada por la mosca hacia el parasitoide,

induciendo un mayor o menor parasitismo por el insecto (datos de los autores sin publicar).

En este trabajo se exponen los primeros resultados de ensayos de semi-campo, que se han desarrollando para determinar la acción del parasitoide frente a poblaciones de la mosca concentradas en “focos” de plaga.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los ejemplares de los insectos utilizados en el ensayo proceden de crías de laboratorio de *C. capitata* y *D. longicaudata* que se mantienen en las instalaciones del Departamento de Entomología del IVIA (Figs. 1 y 2).

El ensayo se realizó en las instalaciones del IVIA, en una parcela de clementina, de la variedad “Clemenules”, utilizando árboles enjaulados individualmente (Fig. 3). En ellos, para inducir el efecto de “foco” de mosca de la fruta, se introducían manzanas, de la variedad “Royal Gala”, infestadas artificialmente en laboratorio con larvas L2-L3 de *C. capitata* procedentes de la cría de laboratorio. Las larvas se colocaban en las manzanas practicando un pequeño agujero circular por medio de un sacabocados metálico, que tras la colocación de las larvas era taponado con el mismo trozo de fruta que se había extraído (Fig. 4). Se utilizan manzanas infestadas puesto que se ha comprobado, en numerosos trabajos previos, que es una fruta que puede infestarse artificialmente bien con larvas de la mosca y es capaz de aguantar el desarrollo de los insectos sin sufrir gran deterioro, con lo cual es muy útil para todo tipo de ensayo. El ensayo se realizó sin presencia de clementinas en los árboles.

En el jaulón con un árbol de clementino se introducían 35 manzanas colocadas en una bandeja de plástico, que llevaba una cinta con cola en todo su perímetro exterior para evitar

el acceso de hormigas y otros insectos terrestres a su interior. Cada manzana llevaba 30 larvas de mosca, con un total de 1.050 larvas de mosca en el jaulón, que es lo que constituía el “foco” de plaga. Las bandejas con las manzanas se colocaban en el suelo del recinto, puesto que se ha comprobado, en otros ensayos previos, que *D. longicaudata* es capaz de producir parasitismo sobre *C. capitata* presente en fruta ubicada tanto en el árbol, como caída en el suelo (Fig. 5).

Posteriormente se introducían 250 parejas de *D. longicaudata* (de 6-8 días de edad), que permanecían durante una semana en el interior del recinto, para posibilitar el parasitismo de las larvas de mosca antes de su salto y pupación en el suelo de la bandeja de plástico (Fig. 6). El número de individuos del parasitoide utilizado en el ensayo se hizo en base a trabajos previos desarrollados en invernadero, que han determinado la acción del parasitoide en función de la relación “densidad larvaria de la plaga/nº de parasitoides” (Harbi *et al.*, 2013b). Tras ese periodo de una semana, se recuperaban las manzanas y se llevaban al laboratorio, recogiendo las pupas de la mosca y dejándolas evolucionar, de manera que finalmente se determinaba la emergencia de adultos de mosca y del parasitoide y el porcentaje de parasitismo producido sobre los puparios de mosca recuperados. Se contabilizó también la mortalidad de larvas que no llegaban a efectuar salto desde la fruta y la pupación, así como la mortalidad de pupas que permanecían cerradas, en ambos casos debido a la acción del parasitoide.

Se presentan los resultados de 7 tandas del ensayo efectuadas entre junio y septiembre de 2013, periodo del año en el que se alcanzan habitualmente elevadas poblaciones de *C. capitata* en campo, especialmente en frutales aislados. Se determinó

las condiciones climáticas, temperatura y humedad, existentes en el interior del jaulón durante las pruebas del ensayo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los datos climatológicos, referidos a la media de las temperaturas medias, que hubo durante cada tanda del ensayo, así como también se indican las medias de las temperaturas máximas y mínimas de esos periodos. En cuanto a la humedad relativa, durante todas las tandas del ensayo fue similar, oscilando entre el 45% y el 80%. Además, en trabajos de los mismos autores de este artículo, cuyos datos están aún sin publicar, se ha determinado que el parámetro climático con una influencia más determinante sobre el parasitismo de *D. longicaudata* en campo es la temperatura media (Beitia *et al.*, 2014b).

En la Tabla 2 aparecen todos los resultados obtenidos sobre “mortalidad de larvas” (larvas que no llegaban a pupar), “mortalidad de pupas” (puparios que permanecían cerrados, sin emergencia de adultos, ya fuera de mosca o del parasitoide), “parasitismo” de *D. longicaudata*, calculado sobre el número de adultos emergidos del parasitoide desde el número inicial de larvas del ensayo, y finalmente “reducción poblacional”, entendiendo por tal el porcentaje de larvas iniciales que no llegan a adulto y que puede considerarse que es debido a la acción del parasitoide.

Se efectuó un análisis de regresión lineal entre el porcentaje de parasitismo generado por el parasitoide en las diferentes tandas del ensayo y las temperaturas medias de las mismas. Se determinó que existía una regresión significativa ( $F= 22,82$ ;  $p=0,0050$ ), que puede apreciarse en la Gráfica 1, con un coeficiente de determinación elevado ( $R^2=0,82$ ). Es decir, existe una relación lineal entre los parámetros analizados, de forma

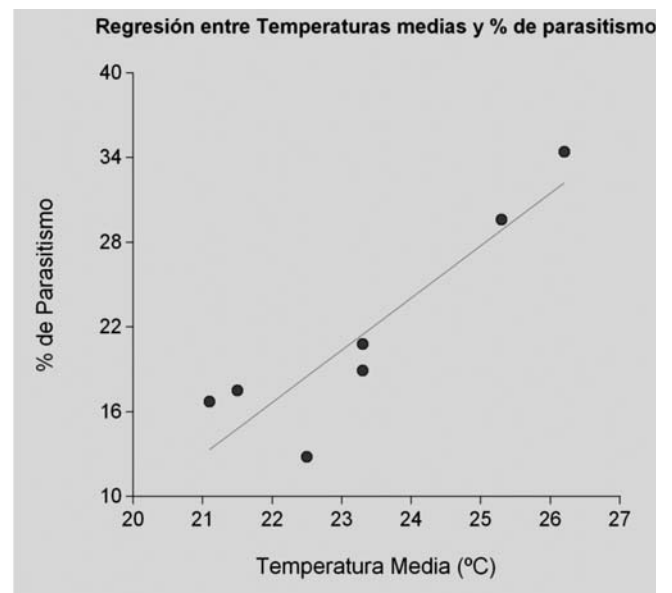
**Tabla 1.** Valores medios de las temperaturas medias, máximas y mínimas que hubo durante el desarrollo de cada una de las tandas del ensayo.

Tanda (Mes)	Temperatura media	Temperatura máxima	Temperatura mínima
1 (Junio)	23,3°C	24,5°C	22,6°C
2 (Junio)	21,1°C	22,8°C	20,2°C
3 (Junio-Julio)	21,5°C	22,2°C	20,9°C
4 (Julio)	26,2°C	28,4°C	24,4°C
5 (Julio-Agosto)	25,3°C	26,2°C	24,4°C
6 (Septiembre)	22,5°C	23,3°C	21,6°C
7 (Septiembre)	23,3°C	24,7°C	22,6°C

**Tabla 2.** Porcentajes de mortalidad en larvas y pupas de la mosca, porcentaje de parasitismo producido por *D. longicaudata* y porcentaje de reducción poblacional global, en las distintas tandas del ensayo.

Tanda (Mes)	Mortalidad Larvas (%)	Parasitismo (%)	Mortalidad Pupas (%)	Reducción Poblacional (%)
1 (Junio)	14,3	18,9	11,2	42,8
2 (Junio)	17,3	16,7	8,5	41,1
3 (Junio-Julio)	18,7	17,5	12,4	53,7
4 (Julio)	14,4	34,4	12,9	59,8
5 (Julio-Agosto)	23,9	29,6	16,1	65,8
6 (Septiembre)	22,7	12,8	10,9	57,2
7 (Septiembre)	20,8	20,8	13,0	51,9

**Gráfica 1.** Análisis de regresión entre las temperaturas medias de las tandas del ensayo y el porcentaje de parasitismo producido por *D. longicaudata*.



que el parasitismo ejercido por *D. longicaudata* aumenta al incrementarse la temperatura media del ambiente, llegándose a un porcentaje máximo de parasitismo, en nuestro ensayo, del 34,4%. Por otra parte, el porcentaje de “reducción poblacional” de mosca en todas las tandas fue elevado, oscilando entre el 41,1% y el 65,8%; lo cual puede indi-

car la importancia que podría tener el empleo del parasitoide en la disminución de poblaciones de mosca en árboles aislados (“focos de plaga”). Ahora bien, todo ello en función de la relación “densidad larvaria de la plaga/nº de parasitoides” utilizada en el ensayo, que implicaba la presencia de 1 hembra de *D. longicaudata* por cada 4 larvas de la mosca.

Estos resultados deben completarse con otros ensayos en los que se ajuste el número mínimo de individuos del parasitoide que debe ser introducido en campo para ejercer un control aceptable de la plaga, en función del nivel poblacional de la misma; pero evidencian que esta especie de parasitoide puede ser capaz de producir un importante porcentaje de parasitismo, del orden del 20%, que junto con la inducción de una mortalidad añadida en larvas y pupas de la mosca, puede llevar a reducciones poblacionales de la plaga de alrededor del 50%, lo cual tiene gran importancia en esa acción sobre *C. capitata* en “focos de plaga”, difíciles de controlar por medio de la TIE y a los que hay que acudir con otros métodos alternativos, como podría ser el uso conjunto de control biológico y de trampeo.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de investigación del Ministerio de Economía y Competitividad AGL2010-21349-C02-02.

Los autores agradecen la colaboración de Amparo Duato y M<sup>a</sup>José Camaró en el mantenimiento de las crías de insectos. La participación del Dr. Fernando A. Ferrara fue posible gracias a una beca del CNPq de Brasil.

## BIBLIOGRAFIA

- Beitia F., Pérez-Hinarejos M., Santiago S., Garzón E., Tarazona I., Falcó J.V. 2007. Control biológico con parasitoides. *Levante Agrícola* 385 (Monografía *Ceratitidis capitata*): 145-150.
- Beitia F., Sabater-Muñoz B., Malagón J. 2011. Estrategias de manejo integrado de la mosca mediterránea de la fruta en la Comunidad Valenciana. *Vida Rural*, 323: 40-46.
- Beitia F., Ferrara F.A., Harbi A., de Pedro L., Tormos J., Sabater-Muñoz B. 2014a. Avances en el control biológico de la mosca de la fruta. *Vida Rural*, 379:34-39.
- Beitia F., Harbi A., Chermiti B., De Pedro L., Ferrara F.A., Tormos J., Sabater-Muñoz B. 2014b. Parasitism activity of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and *Aganaspis daci* (Weld) (Hymenoptera: Figitidae) against *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) under Mediterranean climatic conditions. The Ninth International Symposium of Fruit Flies of Economic Importance, Bangkok (Tailandia) 12-16 de mayo de 2014.
- Harbi A., De Pedro L., Chermiti B., Verdú M.J., Beitia F., Sabater-Muñoz B., Ferrara F.A. 2013a. Determinación de la capacidad de parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) sobre *Ceratitidis capitata*

(Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), en condiciones climáticas mediterráneas. XXX Jornadas de la Asociación Española de Entomología, Salamanca 4-6 de septiembre de 2013.

Harbi A., De Pedro L., Ferrara F.A., Chermiti B., Verdú M.J., Beitia F., Sabater-Muñoz B. 2013b. Respuesta parasitaria de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) a la variación de la densidad de larvas hospedantes de *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). VIII Congreso Nacional de Entomología Aplicada (XIV Jornadas Científicas de la SEEA), Mataró (Barcelona) 21-24 de octubre de 2013.

Harbi A., Beitia F., Tur C., Chermiti B., Verdú M.J., Sabater-Muñoz B. 2015. Field releases of the larval parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* in Spain: First results on dispersal pattern. *Acta Horticulturae*, 1065 (Vol. 2): 1057-1062.

Montoya P., Cancino J. 2004. Control biológico por aumento en moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). *Folia Entomol. Mex.*, 43(-):257-270.

Montoya P., Cancino J., Zenil M., Gómez E., Villaseñor A. 2005. Parasitoid releases in the control of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) outbreaks, in coffee growing zones of Chiapas, Mexico. *Vedalia*, 12(1):85-89.

Paranhos B.A.J., Mendes P.C.D., Papadopoulos N.T., Walder J.M.M. 2007. Dispersion patterns of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in citrus orchards in southeast Brazil. *Biocontrol, Science and Technology*, 17(4):375-385.

Sabater-Muñoz B., Tormos J., De Pedro L., Harbi A., Tur C., Briasco M., Verdú M.J., Beitia F. 2012. Estrategias de control integrado de *Ceratitidis capitata* en cítricos. *Vida Rural*, 353: 42-45.

# Cera Trap<sup>®</sup>, el atrayente biológico de Bioibérica para la mosca de la fruta, obtiene el registro de producto Fitosanitario en España

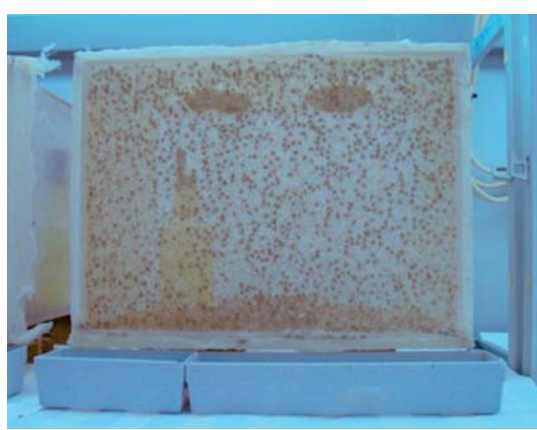
- Se trata de un atrayente alimenticio líquido, de elevada eficacia y sin insecticida, específico para la captura de *Ceratitidis Capitata*, la mosca de la fruta del Mediterráneo.
- El producto está presente en más de 30 países y cuenta con más de cien ensayos realizados sobre el terreno en todo el mundo.
- La mosca del Mediterráneo o mosca de la fruta es una de las plagas más dañinas en la actualidad y ocasiona importantes mermas económicas en las principales áreas frutícolas a nivel mundial.

**31 de agosto de 2015-** El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha actualizado el registro de Cera Trap<sup>®</sup> como producto Fitosanitario en España.

Cera Trap<sup>®</sup> es el atrayente biológico de Bioibérica específico para la captura de *Ceratitidis Capitata*, la mosca del Mediterráneo. Consiste en una proteína líquida obtenida mediante un método exclusivo de hidrólisis enzimática, que posee un elevado poder de atracción frente a esta plaga. Además, está libre de insecticidas en su composición y no necesita la adición de ninguno en su uso en campo. Se aplica dentro de mosqueros, trampas que vienen cargadas con el volumen suficiente de cebo alimenticio para mantener el poder de atracción durante toda la campaña y que están preparadas para ser colgadas directamente en el árbol. Una vez las moscas entran en el mosquero mueren por ahogamiento en el líquido.

Cera Trap<sup>®</sup> está presente en el mercado desde 2007 en más de 30 países y cuenta con más de cien ensayos realizados sobre el terreno en todo el mundo. Los resultados muestran que reduce significativamente la población de moscas y evita daños en la fruta. “También hemos observado que atrae a más hembras que machos y, especialmente, a hembras jóvenes y vírgenes, que tienen más capacidad reproductora”, explica **Anna Botta**, del departamento de I+D de la División de Fisiología Vegetal de Bioibérica.

La mosca del Mediterráneo o mosca de la fruta es una de las plagas más dañinas en la actualidad y ocasiona importantes mermas económicas en las principales áreas frutícolas a nivel mundial. La tradicional estrategia de defensa basada en tratamientos insecticidas cercanos al período de cosecha está cada vez más cuestionada debido a los problemas toxicológicos y medioambientales que conlleva. “El trampeo masivo con Cera Trap<sup>®</sup> permite combatir la plaga con eficacia y selectividad, de forma 100% ecológica y sin residuos en los frutos”, añade Botta.



**Figura 1.** Caja de la cría de laboratorio de *C. capitata*.



**Figura 2.** Caja de la cría de laboratorio de *D. longicaudata*.



**Figura 3.** Árbol de "Clemenules" enajulado individualmente y utilizado para la realización del ensayo.



**Figura 4.** Manzanas infestadas artificialmente con larvas de *C. capitata*, utilizadas en el ensayo.



**Figura 5.** Colocación de las manzanas en bandejas de plástico y en el interior del jaulón.



**Figura 6.** Detalle de una hembra de *D. longicaudata* introducida en el jaulón para el desarrollo del ensayo.