

NUEVAS PERSPECTIVAS DEL CONTROL BIOLÓGICO POR MEDIO DE PARASITOIDES EN CÍTRICOS

Estrategias de control integrado de *Ceratitis capitata* en cítricos

La Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana viene aplicando desde el año 2009 el llamado Proyecto Cero como complemento al Plan Integral de Actuación contra la Mosca de la Fruta, iniciado en 2003. Estos proyectos se enmarcan dentro de una estrategia GIP de *Ceratitis capitata* conforme la legislación europea y abordan la aplicación racional de fitosanitarios, sistemas de trampeo, lucha autocida o técnica del insecto estéril y, por supuesto, el control biológico.

Beatriz Sabater-Muñoz¹, José Tormos², Luis de Pedro^{1,2}, Ahlem Harbi¹, Carles Tur³, Marta Briascó³, María Jesús Verdú¹ y Francisco J. Beitia¹.

¹ Unidad de Entomología, Centro de Protección Vegetal y Biotecnología, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Moncada, Valencia.

² Área de Zoología, Facultad de Biología, Universidad de Salamanca, Salamanca.

³ Departamento de Control de Plagas, Transformaciones Agrarias SA (TRAGSA), Paterna, Valencia.

La mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), es un díptero tefrítido originario del África Subsahariana que ha colonizado otras regiones de clima tropical o templado gracias a la amplitud de hospederos vegetales que puede utilizar. La cuenca mediterránea fue la primera zona geográfica donde se cita a esta especie como plaga de frutales y cítricos (Ros, 1988), extendiéndose

desde esta zona a otros continentes (Mallacrida *et al.*, 2006). La identificación de la zona mediterránea como el punto de origen de la invasión a otros puntos del planeta se utilizó para bautizar a esta mosca como la mosca mediterránea de la fruta.

Es una de las especies clave de la citricultura a nivel mundial, dada su capacidad de adaptación a distintas climatologías, a su capacidad de utilización de más de 400 hospedadores vegetales, a su capacidad de dispersión directa (migración de adultos) e indirecta (movimiento de fruta infestada) y a su capacidad de modular su ciclo biológico adaptándolo a las condiciones climáticas. Está considerada plaga cuarentenaria en multitud de países que establecen estrictas medidas de control en los países productores para evitar la entrada y establecimiento de esta especie en sus territorios.

La importancia económica de *C. capitata* en la Comunidad Valenciana radica principal-



Parasitoides exóticos introducidos en la Comunidad Valenciana: a) *Fopius arisanus* liberado sobre melocotoneros; b) *Diachasmimorpha tryoni* liberado sobre clementinas; y c) *Diachasmimorpha longicauda* liberado sobre distintas variedades de cítricos.



Ensayos de control de focos de *Ceratitís capitata* en cítricos: a) parcela con frutos que han servido de reservorio; y b) sistema de cría y liberación del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* en la parcela-foco.

mente en que sus picos poblacionales más altos coinciden con el inicio de maduración de los cítricos ultra-tempranos, que sirven de puente para el resto de variedades. Además, esta especie es capaz de desarrollarse sobre una gran variedad de especies frutales e incluso sobre algunas hortícolas cuando no hay más huésped disponible, lo que le permite sobrevivir y reproducirse a lo largo de todo el año utilizando la progresión de frutos maduros que se producen en la Comunidad Valenciana (níspero, ciruelo, melocotón, azufaiños, higos, manzanas, caqui, clementinas, mandarinas y naranjas). Sin embargo, son de especial importancia las cuantiosas pérdidas económicas que se producen en los cítricos (Beitia *et al.*, 2003, Sabater-Muñoz *et al.*, 2009). Es innegable la importancia que el cultivo de cítricos tiene en la Comunidad Valenciana; no en vano, España es el mayor productor de cítricos de la Unión Europea y el primer país exportador de cítricos a escala mundial, siendo esta Comunidad la de mayor producción cítrica dentro de España.

Al igual que en el resto de España, el control de la plaga en la Comunidad Valenciana tradicionalmente se basaba en el uso de fitosanitarios, como los clásicos fosforados fention y triclorfon y, especialmente en los 90 el organofosforado malatión, que ha sido el compuesto principal para el control de esta plaga hasta su prohibición en toda la Unión Europea en el año 2009, por la aplicación de la Regulación de la Unión Europea 848/2008 (que sin embargo, ha sido reintroducido por la normativa

2010/17/EU del 1 de mayo de 2010, para su aplicación por profesionales hasta el 2020). Además, la publicación de la Directiva Europea 128/2009 sobre el uso sostenible de plaguicidas y el Reglamento 107/2009 sobre la comercialización de productos fitosanitarios supondrán la retirada progresiva durante los próximos diez años de los plaguicidas con peor perfil toxicológico. Más aún, la actual Directiva europea ha marcado el horizonte 2014 como punto de inflexión en el cual se exigirá la aplicación de los principios de gestión integrada de plagas (GIP) en toda Europa y para todos los cultivos.

La gestión integrada de plagas (GIP) implica la integración de un conjunto de métodos compatibles entre sí para el control de los agentes nocivos para los cultivos (como son los mé-

todos biológicos, biotecnológicos, suelta de machos estériles, culturales, genéticos, químicos, etc.), de forma que la utilización de productos fitosanitarios se reduzca al mínimo necesario para mantener la población de la plaga en niveles inferiores a los que producirían daños económicos inaceptables, el llamado nivel económico de daños (NED). En el IVIA se ha implementado una web especializada para la GIP de cítricos (Urbaneja *et al.*, 2012, <http://www.gip.citricos.ivia.es>) en la que se recoge toda la información, no solo de *Ceratitís capitata*, sino de todas las plagas que actualmente afectan a la citricultura en la Comunidad Valenciana y de los pasos a seguir para ejecutar la gestión integral de la plaga.

Gestión integrada de *Ceratitís capitata* en cítricos

En este sentido, la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana viene aplicando desde el año 2009 el llamado Proyecto Cero como complemento al Plan Integral de Actuación contra la Mosca de la Fruta, iniciado en el 2003. Estos proyectos se enmarcan dentro de una estrategia GIP de *Ceratitís capitata* conforme la legislación europea y abordan la aplicación racional de fitosanitarios, sistemas de trampeo, lucha autocida o técnica del insecto estéril y, por supuesto, el control biológico, como veremos a continuación.

En el IVIA se ha implementado una web especializada para la GIP de cítricos en la que se recoge toda la información, no solo de *Ceratitís capitata*, sino de todas las plagas que actualmente afectan a la citricultura en la Comunidad Valenciana

Aplicación racional de fitosanitarios

Dentro de este proyecto se está trabajando en la aplicación racional de fitosanitarios, para limitar el uso de los mismos y reducir la aparición y/o persistencia de poblaciones resistentes que ya se han detectado en algunas áreas de Castellón (Magaña *et al.*, 2005, 2007). Además de estar estudiando alternativas a las materias activas que se han descartado del registro de productos fitosanitarios (Magrama; septiembre 2012).

Trampeo masivo

Otro de los ejes de la Gestión Integrada de Plagas (GIP) implica la utilización de métodos técnicos, que incluyen el trampeo masivo, trampas de atracción y muerte, y las quimioesterilizantes.

Cada uno de estos sistemas tiene como objetivo reducir la población adulta de *Ceratitis capitata*, mediante atracción, ya sea con cebo alimenticio (Tripack -Kenogard-, Biolure -Suterra-, Cera Trap -Bioibérica- o Starce -Biagro-, entre otras opciones) o con atrayente sexual (Tridmelure) y muerte generada por la presencia de un insecticida localizado (diclorvos o vapona, con prerrogativa de uso durante la temporada, normativa de Magrama de 28 de mayo de 2012, excepto al utilizar Cera Trap o Starce que no necesitan insecticidas por ser trampas líquidas) en una trampa generalmente de plástico (Tephri-trap -Sorygar-, Easy-trap -Sorygar-, Maxi-trap -Probodelt-, etc.). La presencia de este insecticida localizado dentro de trampas ayuda a que no existan residuos de los mismos en la fruta destinada a consumo (con las excepciones anteriormente citadas que no utilizan insecticida localizado en la trampa).

Los sistemas de atracción y muerte (tipo M3 -Biagro- o Magnet MED -Suterra-) muestran muy buenos resultados, ya que disminuyen el número de picadas, pero con el inconveniente, si se quiere llamar así, de que no se ven las moscas capturadas y es necesario tener trampas de monitoreo en la parcela para establecer su eficacia en la reducción de población.

Lo mismo ocurre con los sistemas de quimioesterilización (Adress, de Syngenta Agro), que inducen una reducción de la población, pero que el agricultor no puede ver si no introduce trampas de monitoreo dentro de la parcela; sin embargo, el seguimiento de la producción a lo largo de varias campañas indica una buena eficacia de este sistema.

Actualmente la aplicación del control biológico con parasitoides contra *C. capitata*, se ha usado satisfactoriamente en Sudamérica, Centroamérica, Australia y en Hawai (EE.UU)

Técnica del insecto estéril

Un tercer eje del plan de control establecido por la Generalitat Valenciana está basado en la técnica del insecto estéril. Se trata también de un método de control de poblaciones en grandes superficies que se basa en el control de natalidad, es decir, en la reducción de las generaciones debido a la introducción de individuos estériles que no pueden dar lugar a una descendencia viable. Este control de natalidad lo llevan a cabo los millones de machos estériles que se producen en la biofábrica de Caude de las Fuentes, y que se liberan de forma masiva en todo el territorio citrícola y frutal de la Comunidad Valenciana desde el año 2006 (programa dirigido por la Generalitat Valenciana y gestionado por la empresa Grupo Tragsa) (Primo-Millo *et al.*, 2003). La liberación de millones de estos individuos en los últimos años parece que ha tenido una incidencia muy positiva en la reducción del nivel poblacional de la mosca. Además se está actuando en la mejora de estos machos estériles mediante aromaterapia con distintos aceites esenciales que incrementan el apetito sexual de estas moscas haciéndolas más competitivas que los salvajes e incrementando la efectividad de la técnica TIE (Juan-Blasco *et al.*, 2012).

Control biológico

El cuarto eje del GIP contra *Ceratitis capitata* incluye el control biológico, que es el principal objetivo de este trabajo y que se presenta a continuación.

Control biológico mediante parasitoides

En España, por influencia de los éxitos del control biológico en otras partes del mundo, se realizaron importaciones de parasitoides exóticos a comienzos de los años 30 (siglo XX) por

parte de la Estación de Fitopatología Agrícola de Levante en Valencia (revisado en Beitia *et al.*, 2007) sin mucho éxito. Recientemente y dentro del Plan Integral de Actuación contra la Mosca de la Fruta de la Generalitat Valenciana, se ha iniciado el desarrollo de una línea de investigación en el IVIA de Moncada (Valencia) que analiza la posibilidad de emplear parasitoides como agentes de control biológico de *C. capitata*, en un intento de ampliar el abanico de métodos de control de las poblaciones del díptero que pueden ser utilizados en una estrategia de manejo integrado de la plaga (Beitia *et al.*, 2007).

Actualmente puede decirse que la aplicación del control biológico con parasitoides contra *C. capitata*, por sí solo o en combinación con otras técnicas de manejo integrado como la TIE, se ha usado satisfactoriamente en Sudamérica, Centroamérica, Australia y en Hawai (EE.UU) (Sivinski, 1996; Ovruski *et al.*, 2000). Y más concretamente, Montoya y Cancino (2004) señalan que las liberaciones aumentativas de parasitoides pueden contribuir eficientemente en programas de control/erradicación de la mosca de la fruta, si son realizadas en las densidades y condiciones apropiadas.

A finales de 2002 se introdujeron dos parasitoides exóticos procedentes del U.S. Pacific Basin Agricultural Research Center (USDA-ARS) en Hawai (EE.UU), *Fopius arisanus* (**foto 1a**) y *Diachasmimorpha tryoni* (**foto 1b**) (Beitia *et al.*, 2003; Falcó *et al.*, 2003). El primero es un parasitoide de huevos y el segundo lo es del tercer estadio larvario de *C. capitata*. Pese a que los primeros estudios y ensayos en campo demostraron un éxito de parasitismo de entre el 10 y el 25%, ambas especies parecen no aclimatarse a las condiciones climáticas de la región mediterránea (Beitia *et al.*, -2002, 2006-, Falcó *et al.*, -2003-, Santiago *et al.*, -2006- y Pérez-Hinarejos *et al.*, -2006-). En 2009 se procedió a la importación, por recomendación de nuestros colegas, de una tercera especie, *D. longicaudata* (**foto 1c**), desde la Planta de Cría y Esterilización de Mosca de la Fruta y Parasitoides (Moscafrut) en Metapa de Domínguez (México), que demostró mejor eficacia en laboratorio que las anteriores (Beitia *et al.*, 2011).

En colaboración con la empresa Tragsa se han realizado ensayos en campo abierto para el control de focos en cítricos abandonados o con presencia de un pico poblacional de adultos debido a la presencia de fruta en suelo (no co-



Parasitoides autóctonos encontrados en distintas localidades de la Comunidad Valenciana obtenidos de pupas de *Ceratitís capitata*: a) *Spalangia cameroni*; b) *Pachycrepoideus vindemmiae*; c) *Aganaspis daci* (macho y hembra); y d) macho de *Aganaspis daci* emergiendo de un pupario.

mercializada por las heladas y que han actuado de reservorio de la plaga) (fotos 2a y 2b). Podemos considerar que esta tasa de parasitismo obtenida por *D. longicaudata*, aunque baja es muy interesante a la hora de determinar el interés por este método de control de la plaga, sobre todo teniendo en cuenta que se obtenía sin tener ajustada la dosis de suelta, es decir, el número de individuos a soltar (foto 2b), ya sea por superficie o por volumen de infestación de la mosca. Éstos son los factores que actualmente se están estudiando en la Unidad de Entomología del IVIA.

Además de realizar la importación de especies exóticas, dentro del Plan Integral de control de *Ceratitís* de la Generalitat en 2002 se inició la búsqueda de parasitoides autóctonos que pudieran estar presentes y cuya permanencia sería más fácil en el ecosistema cítrico de la Comunidad Valenciana. Se han encontrado dos especies de parasitoides que atacan al estado pupal de *C. capitata*: los pteromálicos *Spalangia cameroni* (Perkins) (foto 3a) y *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (foto 3b) (Beitia et al., 2006; Pérez-Hinarejos y Beitia, 2008). De estas dos especies, la segunda puede actuar de hiperparasitoide, mientras que la primera, *S. cameroni*, es un parasitoide que se puede criar de forma masiva sobre pupas muertas de *C. capitata*, lo que facilita enormemente su producción (Beitia et al., 2010). La cría masiva de *S. cameroni* está todavía en fase de estudio, por lo que su aplicación en un

Se han encontrado dos especies de parasitoides que atacan al estado pupal de *C. capitata*: los pteromálicos *Spalangia cameroni* (Perkins) y *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani). Más recientemente (2008-09), se identificó una tercera especie de parasitoide sobre *C. capitata*, el figítido *Aganaspis daci* (Weld)

programa aumentativo sigue pendiente (Tormos et al., 2010).

Más recientemente (2008-09), se identificó una tercera especie de parasitoide sobre *C. capitata*, el figítido *Aganaspis daci* (Weld) (fotos 3c y 3d), parasitoide de estados larvarios de la mosca mediterránea de la fruta. Esta especie se detectó por primera vez en Europa en 2003 en la isla griega de Chios en higos infestados, pero no se ha encontrado en otras regiones

hasta su identificación en la Comunidad Valenciana. Los primeros estudios de comportamiento de esta especie parecen indicar que será un buen candidato para el control de focos de esta plaga, ya que está generando niveles de parasitismo cercanos al 90%, sin embargo, requiere de más estudios antes de establecer un programa de uso, ya sea mediante sueltas masivas o favoreciendo el aumento de las poblaciones naturales.

Como consideración final en este artículo, debemos indicar que *Diachasmimorpha longicaudata*, es la especie de amplio uso en el control de *C. capitata* a escala mundial (Montoya et al., 2005; Paranhos et al., 2007), que se cría de forma masiva en distintos países, y que ha sido la que se mantiene en la actualidad en la Unidad de Entomología del IVIA y con la que se están realizando ensayos para determinar su capacidad de dispersión y efectividad en el control de focos de *Ceratitís capitata*, así como para determinar las dosis óptimas de suelta. Sin embargo, la aparición de esta nueva especie nativa o naturalizada, *Aganaspis daci*, abre una puerta al control biológico mediante parasitoides, que se podrá extender a otros cultivos y que se engloba fácilmente en el programa GIP de esta plaga tan importante para la citricultura. ●

Bibliografía

Existe una amplia bibliografía a disposición de nuestros lectores que pueden solicitar a través del e-mail: redaccion@eumedia.es