

Francisco Beitia ● Marta Pérez-Hinarejos ● Sandra Santiago ● Eva Garzón
Ignacio Tarazona ● José Vte. Falcó

CONTROL BIOLÓGICO CON PARASITOIDES

Unidad Asociada de Entomología IVIA
(Instituto Valenciano de Investigaciones
Agrarias) -
CIB (Centro de Investigaciones
Biológicas) del Consejo Superior de
Investigaciones Científicas (CSIC).
Centro de Protección Vegetal y
Biotecnología, IVIA,
Ctra. Moncada-Náquera Km. 4,5,
46113, Moncada, Valencia.

La utilización de la lucha biológica mediante el uso de parasitoides puede considerarse, en general, uno de los métodos de control de plagas más aconsejable en un Manejo Integrado de Plagas (MIP). Sin embargo, en el caso de la mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), no ha sido tradicionalmente uno de los métodos destacados en el control poblacional de esta plaga, debido en parte a la falta de parasitoides específicos del insecto que puedan ejercer un buen control poblacional del mismo (Del Pino, 2000). Además, según Wharton (1989), el control biológico ha sido tradicionalmente considerado inapropiado para mantener las poblaciones de cualquier especie de mosca de las frutas por debajo del umbral económico de daño.

Sin embargo, el intento de aplicación de programas de control biológico clásico tiene una larga historia en la lucha contra las poblaciones de esta especie de mosca de la fruta. El primer intento de aplicar el control biológico en el

caso de *C. capitata* data del año 1902, cuando el insecto se convirtió en el principal problema fitosanitario en Australia-Oeste y se introdujeron especies foráneas de parasitoides. Los mejores resultados en el control biológico del díptero se han obtenido en Hawai, gracias a las introducciones de parasitoides que comenzaron en 1913 con los trabajos del italiano Silvestri y, ya más recientemente (años 90), a los intentos de una lucha biológica centrada en el aumento poblacional del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) y otras cuatro especies de himenópteros de la familia Braconidae establecidas en las Islas (Headrick y Goeden, 1996). Diversas especies establecidas en Hawai son el resultado de casi 100 años de búsqueda alrededor del mundo (Headrick y Goeden, 1996).

Control biológico de *C. capitata* en España.

En España, por influencia de los éxitos del control biológico en otras partes del mundo, ha habido anteriormente algún intento de utilizar la lucha biológica para el control de la mosca de la fruta. Así, a comienzos de los años 30 (siglo XX) se importaron parasitoides exóticos por parte de la Estación de Fitopatología Agrícola de Levante en Valencia, siendo sólo dos especies de himenópteros braconídeos, *Opius humilis* Silvestri, (= *Psytalia incisi* (Silvestri)) y *Opius tryoni* Cameron (= *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron)), las que llegaron

a nuestro país. Estas dos especies estaban siendo criadas en el Departamento de Agricultura de Hawai para controlar poblaciones de *C. capitata*. Desgraciadamente, no se consiguió el establecimiento de dichas especies: ya en el transporte por barco a nuestro país hubo una importante mortalidad de individuos, lo que se completó con el fracaso en la cría de laboratorio de ambas especies (Gómez Clemente, 1932 y 1934).

Posteriormente se detecta un abandono del interés por la investigación en España sobre el control biológico de la mosca de la fruta, coincidente con la aparición y aplicación masiva de los compuestos químicos de síntesis en el control de plagas (incluida *C. capitata*). Los tratamientos generalizados e intensivos a base de productos químicos tan solo se compaginan con el estudio sobre el empleo de la técnica de "lucha autócida" o uso de machos estériles, tal como se referencia en distintos trabajos de investigación (Arroyo *et al.*, 1965; Mellado *et al.*, 1966; Arroyo *et al.*, 1967-68; Mellado *et al.*, 1969), casi todos ellos centrados en la aplicación de este método en las Islas Canarias.

No obstante, en 1960 se introdujo el himenóptero eulófidio *Tetrastichus giffardianus* Silvestri en la isla de Tenerife, el cual todavía hoy puede recuperarse en campo; pero estos resultados no han inducido una continuación del análisis sobre el control de la plaga

(Moner *et al.*, 1988). Más tarde, en los años 70, la Estación de Fitopatología Agrícola de Madrid inició la cría e intento de aclimatación en nuestro país de *Opius concolor* (Szépliget) (= *Psytalia concolor*) con una población procedente de una cría de laboratorio de Francia; se consiguió un parasitismo satisfactorio en laboratorio sobre *C. capitata*, hasta el punto de que aún hoy día se usa este hospedador en la cría masiva del parasitoide, pero sin embargo esta especie no demostró efectividad suficiente en campo frente a *C. capitata* (Domínguez, 1989) y actualmente está funcionando bien como agente de control biológico de la mosca del olivo, *Bactrocera oleae* (Gmelin). También otro braconido parasitoide, *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), fue importado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) en 1979, procedente de un laboratorio de Grecia, y desde entonces se mantiene en sus instalaciones de Madrid la cría en laboratorio sobre la mosca de la fruta como hospedador, pero sin ser utilizado este parasitoide en experiencias para comprobar su efectividad en campo frente a la plaga.

Efectividad en el empleo de parasitoides contra *C. capitata*.

Según indican Ovruski *et al.* (2000), el control biológico es, hoy en día, una estrategia viable para emplear en el manejo de plagas de tefrítidos. Los aspectos en contra del control biológico habitualmente reconocidos pueden actualmente ser solventados con la utilización de especies de parasitoides que poseen una buena capacidad de búsqueda y localización de la plaga, aún a bajas densidades poblacionales de la misma, y mediante liberaciones periódicas

de cantidades masivas de estas especies, en determinadas fases adecuadas del ciclo poblacional de la plaga (Sivinski, 1996). Concretamente, Montoya y Cancino (2004) señalan que las liberaciones aumentativas de parasitoides pueden contribuir eficientemente en programas de control/erradicación de moscas de la fruta, si son realizadas en las densidades y condiciones apropiadas.

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, se ha usado satisfactoriamente en Sudamérica, Centroamérica, Australia y en Hawai (USA) (Wharton, 1989; Wong *et al.*, 1991; Wong *et al.*, 1992; Vargas *et al.*, 1994; Headrick y Goeden, 1996; Sivinski, 1996;; Ovruski *et al.*, 2000). Principalmente, todo este trabajo se centra en el control biológico por medio de especies de braconidos parasitoides de huevos, *Fopius arisanus* (Sonan), *F. ceratitivorus* Wharton y *F. caudatus* (Szépliget), además de algunas especies de endoparasitoides larvarios, como es el caso de *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron) y *D. longicaudata* (Ashmead) (Cancino *et al.*, 1995; Knipling, 1995; Sivinski *et al.*, 1996; Harris *et al.*, 2000; Sivinski *et al.*, 2000; Vargas *et al.*, 2001).

Situación actual en la Comunidad Valenciana.

Recientemente, dentro del Plan Integral de Actuación contra la Mosca de la Fruta de la Generalitat Valenciana, se viene desarrollando una línea de investigación en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias 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.

Por una parte, en el ámbito de un proyecto nacional de investigación, INIA RTA03-103-C6 (2003-2005), de título "Control integrado de la Mosca Mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en cítricos", la Unidad Asociada de Entomología IVIA-CIB/CSIC inició la puesta en marcha de un programa de control biológico clásico, con la introducción en nuestro país, a finales del año 2002, de dos parasitoides exóticos procedentes del U.S. Pacific Basin Agricultural Research Center (USDA-ARS) en Hawai (USA), *Fopius arisanus* (Fig. 1) y *Diachasmimorpha tryoni* (Fig. 2) (Castañera, 2003). Ambos organismos son dos de las especies más interesantes, a escala mundial, para el control biológico de *C. capitata* y fueron importados siguiendo toda la reglamentación vigente, en cuanto a permisos oficiales pertinentes y paso previo de los individuos recibidos por la Estación de Cuarentena de insectos existente en las instalaciones del IVIA (Beitia *et al.*, 2003). En general, para establecer su cría en laboratorio, 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*, pero se han introducido las adaptaciones adecuadas a nuestras condiciones para la mejora de ambos procesos (Figs. 3 y 4). 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 3er estadio de la mosca, mien-

tras que *F. arisanus* lo es de los huevos del díptero. En ambos casos, el parasitoide evoluciona en el interior de la larva de mosca pero permite la continuación del desarrollo de la misma, incluida la formación del pupario, del cual ya emerge el adulto del himenóptero.

Durante el periodo de duración del mencionado proyecto se ha trabajado con ambas especies de himenópteros, realizando experimentos de laboratorio y de semi-campo, siempre en condiciones confinadas que evitaban su salida y expansión por el campo (Figs. 5 y 6). Con estos trabajos se ha incrementado el conocimiento ya existente en base a referencias bibliográficas de otros grupos de investigación, sobre la capacidad parasitaria de ambas especies en el control de *C. capitata*. Toda esta información generada se puede consultar en: Beitia *et al.* (2002), Beitia *et al.* (2003), Castañera (2003), Falcó *et al.* (2003a), Falcó *et al.* (2003b), Falcó *et al.* (2003c), Beitia *et al.* (2006a), Beitia *et al.* (2006b), Santiago *et al.* (2006) y Pérez-Hinarejos *et al.* (2006).

A la finalización de este proyecto, se consideró la conveniencia de solicitar uno nuevo, que ha sido recientemente aprobado: proyecto AGL2006-13346-C02 (2007-2009), de título "Estrategias ecológicamente aceptables para el control de la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* (Wiedemann), en cítricos", en el cual nuevamente participa la Unidad Asociada de Entomología IVIA-CIB/CSIC y con la intención de completar el trabajo sobre control biológico por medio de parasitoides. Para ello, se considera que la introducción "en campo" de los parasitoides importados es un factor básico para determinar su viabilidad como agentes de control bio-

lógico de *C. capitata* en la Comunidad Valenciana.

Por otra parte, en el marco de un proyecto FEOGA, de título "Control de la mosca de la fruta mediante métodos biológicos de bajo impacto ambiental" (2004-2007), se está abordando la búsqueda de parasitoides del díptero presentes en los cultivos de cítricos y frutales de la Comunidad Valenciana, que sean susceptibles de ser utilizados como agentes de control biológico de la plaga. Esta búsqueda se refiere a la presencia de himenópteros parasitoides de huevos, larvas o pupas del díptero.

Hasta este momento se desconocía la existencia de parasitoides de *C. capitata* en la Comunidad Valenciana. Sin embargo, la presencia de algunas especies en diversas zonas de la Cuenca Mediterránea (Grecia, Turquía y Norte de África) invitaba a considerar la posibilidad de su presencia en nuestros cultivos. Por lo cual se quiso determinar la presencia de himenópteros parasitoides del díptero en distintos puntos de muestreo distribuidos por la Comunidad Valenciana. Para ello se seleccionaron diversas zonas de muestreo, entre las tres provincias de nuestra Comunidad, con parcelas de frutales y cítricos no sometidas a tratamientos fitosanitarios, puesto que la ausencia de presión de agroquímicos puede favorecer el desarrollo de poblaciones de parasitoides.

De los muestreos efectuados hasta el momento, se han encontrado ejemplares de 2 especies de parasitoides. Concretamente, a finales del 2003, se localizó al himenóptero pteromárido *Spalangia cameroni* Perkins (Fig. 7); mientras que en el año 2004 se detectó al también pteromárido *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani)

(Fig. 8). En años posteriores, la primera especie no ha vuelto a ser capturada en campo, lo que indica que su presencia en el año 2003 pudo deberse a alguna causa particular, aún sin determinar. Sin embargo, *P. vindemmiae* ha sido localizado durante los años 2005 y 2006, no sólo en las parcelas ya muestreadas sino que, además, su presencia se evidencia habitual incluso en trampas Tephritrap de capturas de adultos de *C. capitata* que se mantienen en otras zonas de muestreo, en las que también aparecen adultos de este parasitoide. Desde el momento de su detección e identificación, estas especies han empezado a ser criadas en condiciones controladas de laboratorio en las instalaciones de la Unidad Asociada de Entomología IVIA-CIB/CSIC. Ambas especies son parasitoides pupales, por lo que su protocolo de cría difiere sustancialmente del de las dos especies importadas anteriormente mencionadas (Figs. 9 y 10).

Son especies "no específicas" de *C. capitata*, ni siquiera de dípteros tefritidos. La relación *S. cameroni* - *C. capitata* ha sido referenciada por primera vez, a escala mundial, gracias a este proyecto, al igual que la presencia en España de esta especie. De ahí que no existan datos bibliográficos sobre el comportamiento parasitario de este himenóptero frente a *C. capitata*. Ello ha evidenciado la necesidad de estudiar en laboratorio el desarrollo del parasitoide, para conocer la posibilidad de ser un buen agente de control biológico de la plaga. Se han realizado numerosos bioensayos para conocer: Parámetros biológicos de los adultos, efecto de la temperatura en la fecundidad y fertilidad de la hembra, la incidencia de la edad de la pupa de *C. capitata* en la actividad parasitaria de la hembra del parasitoide y la capacidad de

búsqueda de pupas enterradas de *C. capitata* por las hembras del parasitoide.

Por otra parte, la otra especie, *P. vindemmiae*, sí que estaba ya citada como enemigo natural de *C. capitata*, además de haber sido ya detectada su presencia en España. A pesar de ello, como no todos los datos bibliográficos están referidos a su acción sobre *C. capitata* y existe una ausencia de información básica de su actividad parasitaria, también se decidió efectuar una caracterización biológica de esta especie, en laboratorio.

Consideraciones finales.

Según Montoya y Cancino (2004), el control biológico de *C. capitata* es acometible por medio de liberaciones aumentativas de parasitoides, por lo cual en un programa de control definido a medio/largo plazo, debe acudir a la producción masiva de estos insectos. El control biológico aumentativo de *C. capitata* es una estrategia que puede complementar algunos requerimientos en materia de protección al medio ambiente que actualmente demanda la lucha contra esta plaga. Las liberaciones aumentativas de parasitoides deben ser utilizadas, entre otros ambientes, en: 1) áreas agrícolas de difícil acceso para un control químico aéreo o terrestre, 2) áreas marginales con hospedantes silvestres de la plaga, 3) áreas con fruticultura orgánica o bajo protección integrada, 4) áreas de producción aisladas. La Comunidad Valenciana posee unos agroecosistemas de cítricos y frutales, especies vegetales susceptibles del ataque de *C. capitata*, donde se encuentran los 4 ambientes antes descritos.

Dos de las especies citadas mundialmente como mejores agentes

biológicos potenciales en el control de *C. capitata* (*F. arisanus* y *D. tryoni*) han sido importadas y se mantienen actualmente en cría controlada de laboratorio en las instalaciones del IVIA. A escala mundial, existen diversos ejemplos de que la liberación de estas dos especies de parasitoides puede ayudar al control de poblaciones de *C. capitata*: Wong *et al.* (1991) indican que con liberaciones aumentativas de *D. tryoni* en Hawaii se obtuvo un 47% de parasitismo en la zona de liberación, mientras que Sivinski *et al.* (2000) obtuvieron un parasitismo hasta del 84% con liberaciones aéreas de *D. tryoni* en Guatemala; por otra parte, Wong *et al.* (1992), Vargas *et al.* (1994) y Rendón *et al.* (2006) señalan el éxito del uso combinado de liberaciones de *F. arisanus* y moscas estériles y Harris *et al.* (2000) indican que *F. arisanus* está claramente adaptado en Hawaii y que la diversidad de frutas que se puede encontrar atacadas por *C. capitata* no influye negativamente en su capacidad de búsqueda, concluyendo que puede ser considerada como la especie óptima para el control biológico aumentativo de la plaga.

Aún no se conoce la capacidad de ambas especies para adaptarse a las condiciones climáticas del litoral mediterráneo en nuestro país. Actualmente, el equipo investigador de la Unidad Asociada IVIA-CIB/CSIC está en condiciones de acometer el paso siguiente para la implantación de un control biológico de *C. capitata* por medio de parasitoides en la Comunidad Valenciana, cual es el establecimiento de una cría masiva de los insectos a utilizar (con la colaboración del Servicio de Sanidad Vegetal de la Conselleria d'Agricultura i Pesca de la Generalitat Valenciana) y su suelta en campo, a fin de determinar su adaptación y aclimatación a las condiciones de

la zona. Y además, considerar el empleo de estos parasitoides conjuntamente con otros métodos de control en estudio o aplicación, tales como la técnica de machos estériles, la quimioesterilización o el empleo de nuevos plaguicidas.

Por otro lado, de las dos especies de parasitoides de pupas encontradas en cultivos de la Comunidad Valenciana, nada se puede avanzar sobre la capacidad parasitaria de *S. cameroni*, al haber sido citada por primera vez en nuestro país como parasitoide de *C. capitata*. Esto valida el trabajo que se está desarrollando en el IVIA, es decir la caracterización biológica de esta especie en laboratorio, para determinar sus posibilidades en el control del díptero. Y en cuanto a *P. vindemmiae*, existe cierta controversia: por un lado está siendo producido masivamente y utilizado para el control de *C. capitata* en Colombia y Costa Rica (www.perkinsltda.com.co; Durán, 2004), mientras que también existen citas que lo consideran como un mal candidato para el control biológico de la plaga (Ovruski *et al.*, 2000; Montoya y Cancino, 2004). Son por lo tanto dos especies, cuyo análisis práctico en un futuro inmediato no debe de ser descartado.

En cualquier caso, la búsqueda de parasitoides autóctonos de *C. capitata*, y particularmente parasitoides de pupas, ha sido señalado como uno de los objetivos importantes a desarrollar en el ámbito del control biológico de la plaga, debido a que estos auxiliares pueden haber pasado inadvertidos hasta hoy por los métodos de muestreo habitualmente empleados con *C. capitata* (Ovruski *et al.*, 2000). En este sentido, la localización en Grecia del parasitoide de larvas de tefrítidos *Aganaspis daci*, realizando un parasitismo del 45%

sobre *C. capitata* en higuera, pero produciendo una mortalidad pupal total hasta del 62-65% (Papadopoulos y Katsoyannos, 2003), abre la posibilidad de considerar su importación a nuestro país, dado que se trataría de una especie adaptada a las condiciones mediterráneas.

Referencias bibliográficas.

- Arroyo, M.; Jiménez, A.; Mellado, L.; Caballero, F.; 1965. Aplicación de isótopos radioactivos a la investigación de métodos sobre Lucha Biológica contra plagas. III. Obtención de "machos estériles" de *Ceratitis capitata* Wied., mediante la irradiación de sus pupas con rayos gamma. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola, 28:257-280.
- Arroyo, M.; Mellado, L.; Jiménez, A.; Caballero, F.; 1967-68. Ensayos sobre erradicación de *Ceratitis capitata* Wied. por el método de los "machos estériles" en la isla de Tenerife. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola, 30:251-286.
- Beitia, F.; Hermoso de Mendoza, A.; Pérez-Hinarejos, M.; Falcó, J.V.; 2002. Posibilidades de control biológico de la mosca de la fruta, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), por medio de parasitoides exóticos. Phytoma-España, 140 (Junio-Julio):13-17.
- Beitia, F.; Falcó, J.V.; Pérez-Hinarejos, M.; Santiago, S.; Castañera, P.; 2003. Importación de parasitoides exóticos para el control biológico de *C. capitata* en la Comunidad Valenciana. Comunitat Valenciana Agraria, 24:10-15.
- Beitia, F.; Pérez-Hinarejos, M.; Santiago, S.; Garzón, E.; Tarazona, I.; Malagón, J.; Falcó, J.V.; 2006a. Expectativas en el control biológico de *Ceratitis capitata*: parasitoides exóticos y autóctonos. Levante Agrícola, 379:60-66.
- Beitia, F.; Pérez-Hinarejos, M.; Garzón, E.; Santiago, S.; Tarazona, I.; Falcó, J.V.; 2006b. Lucha biológica contra *Ceratitis capitata*. Himenópteros parasitoides exóticos. Terralia, 56:56-64.
- Calvitti, M.; Moretti, R.; Antonelli, M.; Bautista, R.C.; 2000. Analysis of mortality factors influencing the parasitization rate in the association between *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) and the oo-larval parasitoid *Fopius arisanus* Sonan (Hymenoptera: Braconidae). Abstracts from the 7th European Workshop on insect parasitoids, 1-6 October 2000, Haarlem, The Netherlands.
- Cancino-Díaz, J.; López, E.; Aguilar, C.E.; 1995. Liberaciones inundativas de parasitoides como método alternativo de control de *Ceratitis capitata* en fincas cafetaleras en el Soconusco, Chiapas, México. En: Primera Conferencia Internacional sobre café orgánico, pp:51-53. IFOAM/AMAE/Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Castañera, P.; 2003. Control integrado de la mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en cítricos. Phytoma-España, 153: 131-133.
- Del Pino, A.A.; 2000. Efecto de factores abióticos y edáficos naturales en el ciclo biológico de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 217 pp.
- Domínguez, F.; 1989. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 821 pp.
- Durán, J.; 2004. Guía de ingredientes activos de bio-plaguicidas. Serie Técnica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, pp:42.
- Falcó, J.V.; Pérez-Hinarejos, M.; Santiago, S.; Hermoso de Mendoza, A.; Beitia, F.; 2003a. Rearing methods of two braconid parasitoids used in the biological control of *Ceratitis capitata*. IOBC/WPRS Bulletin, 26(6):99-102.
- Falcó, J.V.; Navarro, S.; Santiago, S.; Pérez-Hinarejos, M.; Garzón, E.; Beitia, F.; 2003b. Aspectos biológicos de la cría en laboratorio de dos himenópteros parasitoides exóticos de *Ceratitis capitata*. Phytoma-España, 153 (Noviembre): 173-174.
- Falcó, J.V.; Pérez-Hinarejos, M.; Santiago, S.; Navarro, S.; Beitia, F.; 2003c. Introducción de parasitoides exóticos para el control de insectos plaga: procedimientos de importación y cuarentena. Contribuciones al conocimiento de las especies exóticas invasoras. Capdevila-Argüelles L., B. Zilletti y N. Pérez Hidalgo (Coords.), Grupo Especies Invasoras Ed., G.E.I. Serie Técnica, 1:222-224.
- 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.C.; Spencer, J.P.; 2000. Utilisation of the egg-larval parasitoid, *Fopius (Biosteres) arisanus*, for augmentative biological control of tephritid fruit flies. En: Area-wide control of fruit flies and other insect pestsed., K.H. Tan, Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia. pp: 725-732.
- 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 parasitoides de las moscas de las frutas. Su cría y posibilidades de empleo en control biológico. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 18: 139-148.
- Knipling, E.F.; 1995. Principles of insect parasitism analyzed from new perspectives. Practical implications for regulating insect populations by biological means. USDA-ARS, Agriculture Handbook n. 693, 335 pp.
- Mellado, L.; Caballero, F.; Arroyo, M.; Jiménez, A.; 1966. Ensayos sobre erradicación de *Ceratitis capitata* Wied. por el método de los "machos estériles" en la isla de Tenerife. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola, 29:89-118.
- Mellado, L.; Arroyo, M.; Jiménez, A.; Caballero, F.; 1969. Ensayos sobre erradicación de *Ceratitis capitata* Wied. por el método de los "machos estériles" en la isla de Tenerife. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola, 31:21-28.
- 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.
- Montoya, P.; Cancino, J.; 2004. Control biológico por aumento en moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). Folia Entomol. Mex., 43(-):257-270.
- Ovruski, S.M.; Aluja, M.; Sivinski, J.; Wharton, R.; 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: Diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. Integrated Pest Management Reviews, 5:81-107.
- Papadopoulos, N.T.; Katsoyannos, B.I.; 2003. Field parasitism of *Ceratitis capitata* larvae by *Aganaspis daci* in Chios, Greece. BioControl, 48: 191-195.
- Pérez-Hinarejos, M.; Santiago, S.; Falcó, J.V.; Beitia, F.; 2006. Laboratory experiments with *Fopius arisanus*, an exotic egg-pupal parasitoid of *Ceratitis capitata*. IOBC/WPRS Bulletin, 29(3):209-213.
- Rendón, P.; Sivinsky, J.; Holler, T.; Bloem, K.; López, M.; Martínez, A.; Aluja, M.; 2006. The effects of sterile males and two braconid parasitoids, *Fopius arisanus* (Sonan) and *Diachasmimorpha krausii* (Fullaway) (Hymenoptera), on caged populations of Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) at various sites in Guatemala. Biological Control, 36:224-231.
- Santiago, S.; Pérez-Hinarejos, M.; Garzón, E.; Beitia, F.; Falcó, J.V.; 2006. Parasitism of *Diachasmimorpha tryoni* on Mediterranean fruits infested with *Ceratitis capitata* larvae in the laboratory. IOBC/WPRS Bulletin, 29(3):205-208.
- 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. McPherson. A.; Steck, G.J. Eds. St. Lucie Press p. 369-375.
- Sivinski, J.M.; Holler, T.; Aluja, M.; Gerónimo, F.; Baranowski, R.; Messing, R.; 1996. Contributions to fruit fly biological control. 2^o WGFFWH Meeting, pp: 72-73. Viña del Mar, Chile.
- Sivinski, J.M.; Jerónimo, F.; Holler, T.; 2000. Development of aerial releases of *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid that attacks the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Weidemann) (Diptera: Tephritidae), in the Guatemalan Highlands. Biocontrol Science and Technology, 10:15-25.
- Vargas, R.I.; Walsh, W.A.; Hsu, C.L.; Spencer, J.; Mackey, B.; Whitehand, L.; 1994. Effects of sterile Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) releases on the target species, a nontarget tephritid, and a commercial coffee fields. J. Econ. Entomol., 87(3):653-660.
- Vargas, R.I.; Peck, S.L.; Mcquate, G.T.; Jackson, C.G.; Stark, J.D.; Armstrong, J.W.; 2001. Potential for areawide integrated management of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a braconid parasitoid and a novel bait spray. J. Econ. Entomol., 94(4):817-825.
- Wharton, R.A.; 1989. Biological control of fruit infesting Tephritidae. In CEC/IOBC International Symposium, Rome, 1987. Fruit Flies of Economic Importance 1987 Proceedings. Cavalloro, R.; Rotterdam, A.A., Ed. Balkema, pp:323-332.
- Wharton, R.A.; Parasitoids of fruit-infesting tephritids. National Science Foundation. (<http://hymenoptera.tamu.edu/paroffit>).
- 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.
- Wong, T.T.Y.; Ramadan, M.M.; Herr, J.C.; McInnis, D.O.; 1992. Suppression of a Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) population with concurrent parasitoid and sterile fly release in Kula, Maui, Hawaii. J. Econ. Entomol., 85(5):1671-1681.
- www.perkinsltda.com.co. Productos biológicos Perkins Ltda.