



Foto 1. Adulto de *Orius*.

Contribución de la investigación al desarrollo del control biológico en pimiento en el sureste de España

Juan Antonio Sanchez

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). Laboratorio de Control Biológico y Servicios Ecosistémicos. La Alberca, Murcia. juana.sanchez23@carm.es

A mediados de la década de los 90, se inicia el desarrollo del control biológico en los invernaderos de pimiento del sureste de España. Este movimiento daría lugar a una transformación sin precedentes de los sistemas de producción en unas 10.000 ha de cultivos protegidos. El cambio de estrategias ha supuesto una mejora del control de plagas y enfermedades, la producción y la calidad de vida de los agricultores. Hasta entonces no se concebía la posibilidad de aplicar el control biológico en los cultivos hortícolas de la zona mediterránea debido a la alta incidencia de plagas y enfermedades. El éxito del programa se debió en gran parte a la valorización de los enemigos naturales autóctonos y al desarrollo de estrategias de manejo basadas en el conocimiento de la biología y ecología de las especies. Esta breve revisión pone de manifiesto la contribución de la investigación a la implementación del control biológico de plagas en pimiento y la necesidad de seguir investigando para solucionar los problemas actuales.

El desarrollo del control biológico de plagas en pimiento en invernadero en el sureste de España ha sido uno de los acontecimientos más importantes de la agricultura española de los últimos treinta años. El paso del control químico al biológico ha supuesto una mejora en muchos aspectos, como la eficacia en el control de plagas y enfermedades, la calidad y cuantía de la producción, y la calidad de vida de los agricultores, entre otros. El efecto sobre la sanidad de los cultivos circundantes y los beneficios medioambientales son difícilmente cuantificables y, probablemente, nunca se llegue a conocer su impacto real. El cambio de estrategias de control de plagas en pimiento estuvo fundamentalmente motivada por los problemas para controlar el trips de la flores, *Frankliniella occidentalis*, con medios químicos. A finales de la década de los 90, en los cultivos de pimiento en invernadero del Campo de Cartagena se realizaban unas 27 aplicaciones a lo largo del ciclo de cultivo, combinando entre 2-3 materias activas para el control de las diferentes plagas y enfermedades. De las 60 ocasiones en que los diferentes productos químicos eran utilizados, más de la mitad eran para controlar el trips, lo que da una idea de la magnitud del problema (Sanchez y Lacasa, 2006).

La implantación del control biológico en los invernaderos de pimiento tuvo lugar de manera muy rápida, entre mitad de la década de los 90 y la del 2000. En la primera década, la transformación afectó a la zona productora de Murcia y Alicante (aquí denominada Campo de Cartagena), donde en unos diez años más del 90% de la superficie (aprox. 1.800 ha) pasó del control químico al biológico. De manera similar, entre 2002 y 2007 más del 80% de la superficie de pimiento en invernadero de Almería (aprox., 7.500 ha) adoptó el control biológico. Durante esa época confluyeron varios factores que propiciaron el cambio de estrategia. A mediados de los años 90 existía una gran necesidad de encontrar soluciones para el control del trips y estaba bastante claro que el control químico había alcanzado el techo de sus posibilidades. La alta presión de plagas y, sobre todo, la alta incidencia del virus del bronceado del tomate (TSWV) debido a las elevadas poblaciones



Foto 2. Invernadero de pimiento con cebada como planta reservorio de *Aphidius*.

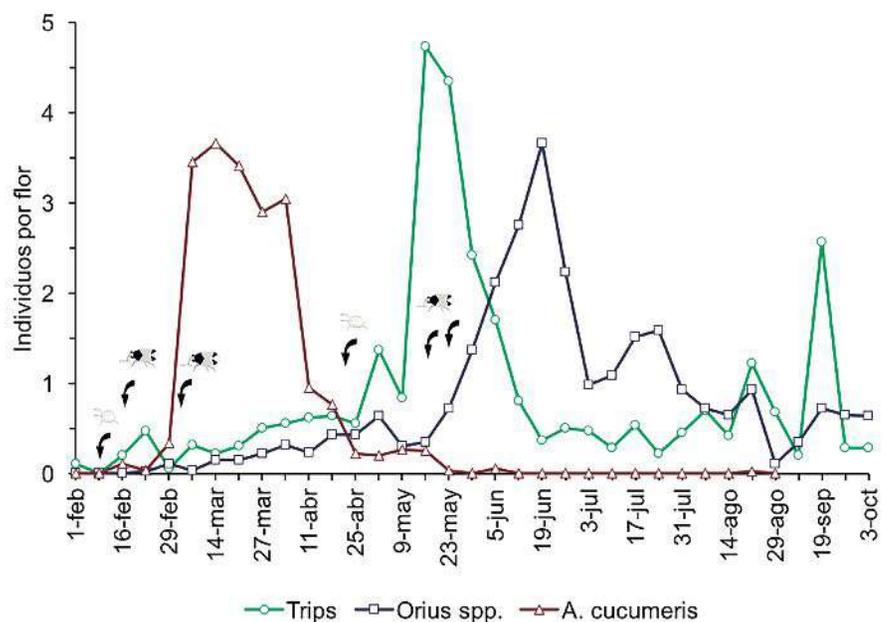


Figura 1. Dinámica poblacional de *Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris*, *Frankliniella occidentalis* y *Orius* spp. Las flechas indican los momentos de suelta de auxiliares.

de *F. occidentalis* y a su alta eficacia para transmitir el virus, hicieron que el control biológico no se considerase inicialmente como una alternativa viable. No obstante, el control biológico se abrió paso impulsado por las experiencias de otros países europeos y los buenos resultados de primeros ensayos realizados en el sureste de España para el control del trips mediante el uso de enemigos naturales, unido al desarrollo de empresas de producción de auxiliares y el empeño de unos pocos agricultores, técnicos

e investigadores (Sanchez y Lacasa, 2006; Blom, 2008).

La investigación ha jugado un papel clave en el desarrollo y la mejora de los programas de control biológico a lo largo de estos años. Para el manejo de los nuevos sistemas se echaban en falta conocimientos básicos sobre la biología de las especies y los procesos ecológicos, que en el programa de control químico no habían sido necesarios. El objeto de esta breve revisión es poner de manifiesto las principales contribuciones de la investigación al

Orígenes del control biológico en pimiento en el sureste de España

desarrollo del control biológico desde sus orígenes hasta la actualidad.

Orígenes del control biológico en pimiento y soluciones para las principales plagas

Los primeros intentos para controlar el trips de las flores estuvieron basados en los programas de los Países Bajos, con el empleo del fitoseido *Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris* y del antocórido *Orius insidiosus*. Estas experiencias no dieron buenos resultados, por lo que en lo sucesivo los esfuerzos se concentraron en el estudio de la fauna autóctona. En 1994 se planteó un ensayo en la finca de Torreblanca del IMIDA con el objeto de determinar la capacidad de *Orius laevigatus* para controlar al trips de las flores. En este ensayo se puso de manifiesto la buena instalación *O. laevigatus* y su capacidad para reducir la densidad de trips (Sanchez y col., 1995). En los años siguientes, Syngenta Bioline y Koppert empezaron a realizar las primeras tentativas para controlar el trips mediante la introducción del ácaro *N. cucumeris* y *O. laevigatus* en invernaderos comerciales (Sanchez y col., 1997a; Blom, 1997). En estos ensayos se constató la alta eficacia de *Orius laevigatus* y *Orius albidipennis* (Foto 1) para reducir la densidad de trips, así como la acción complementaria de *N. cucumeris* en los primeros meses de cultivo (Figura 1) (Sanchez y col., 1997). El binomio *F.occidentalis*-TSWV ha sido siempre el principal problema del cultivo del pimiento en España. El conocimiento de la epidemiología de la enfermedad supuso un gran paso adelante para definir estrategias que limitaran los daños. En ensayos llevados a cabo en invernaderos del Campo de Cartagena se puso de manifiesto que, una vez establecido el virus, en la mayoría de los casos su dispersión se produce principalmente a partir de los focos internos (Alcázar y col., 2000). Es por ello que la disposición de mallas antitrips en las aperturas laterales y la eliminación de plantas enfermas apenas se observan los primeros síntomas son prácticas muy útiles para reducir la incidencia de virus (Lacasa y col. 1994; Sanchez y col., 1999; Sanchez y col., 2000).



Foto 3. Invernadero de pimiento con seto de plantas aromáticas en el lateral.

Bemisia tabaci se convirtió pocos años después en una plaga importante. Los primeros intentos para controlar la mosca blanca con *Eretmocerus eremicus* no dieron buenos resultados. En contraste, se registraron muy buenos resultados con el parasitoide autóctono *Eretmocerus mundus* (Urbaneja y col., 2003a). En ensayos comparativos llevados a cabo en el IMIDA se puso de manifiesto la superioridad *E. mundus* para el control de la mosca (Figura 2) (Fernández y col., 2003). La incorporación de *Amblyseius swirskii* unos años más tarde supuso un gran avance en el control de la mosca y un apoyo para el control del trips (Calvo y col., 2012).

Los pulgones se han convertido con el paso de los años en una de las principales plagas del cultivo del pimiento y, en la actualidad, todavía no se ha logrado una estrategia biológica totalmente satisfactoria. Inicialmente se empezó utilizando *Aphidus colemani* para el control de *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*. En trabajos relativamente recientes, se ha observado que *Aphidus matricariae* es el parasitoide que más frecuentemente aparece de manera natural parasitando a *Myzus persicae*, además de ser altamente polífago (La Spina, 2013; Sanchez y col., 2011), por lo que en la actualidad es una de las especies que más se utiliza para el control de este pulgón.

Otros pulgones como *Macrosiphum euphorbiae* y *Aulacorthum solani* son más problemáticos en la zona de Murcia-Alicante que en Almería. Para estas especies se han ensayado los parasitoides *Aphidius ervi* y *Aphelinus abdominalis* (Blom, 2008).

La araña roja (*Tetranychus* spp.) es una plaga importante de los invernaderos del Campo de Cartagena. Los primeros ensayos de control biológico en pimiento pusieron de manifiesto la buena respuesta de *Neoseiulus (Amblyseius) californicus* para controlar la araña roja (Sanchez y col., 1995). Este ácaro se adapta mejor a las condiciones secas del sureste de España que *Phytoseiulus persimilis*, por lo que se incorporó pronto a la lista de auxiliares comercializados.

El control de orugas se realiza fundamentalmente con el empleo de *Bacillus thuringiensis*. Otros entomopatógenos como el virus de la poliedrosis nuclear (VPN) han mostrado un gran potencial para el control de lepidópteros, aunque su empleo no se ha difundido debido a los problemas para registrar este tipo de agentes (Caballero y col., 2001). También se han conseguido buenos resultados en ensayos con el parasitoide exótico *Cotesia marginiventris* (Urbaneja y col., 2002a), aunque su aplicación no se ha extendido debido a los elevados costes de producción (Blom, 2008).

El manejo del sistema

El efecto de los enemigos naturales no es instantáneo como el de los insecticidas. Normalmente, transcurren varias semanas desde la introducción de un enemigo hasta que empieza a reducirse la densidad de la plaga. Es por ello que hay varios aspectos fundamentales para el buen manejo de los sistemas biológicos. Uno de ellos es el conocimiento de la abundancia de las plagas y enemigos naturales en el cultivo, así como su dinámica a lo largo del tiempo y la interacción entre las especies. Para conocer el número de hojas y flores de pimiento a observar para estimar las abundancias en función de la precisión, se han desarrollado métodos de muestreo para trips, *Orius* y mosca blanca (Sanchez y col., 1997; Sanchez y col., 1998; Guirao y col., 2004). Otro de los aspectos importantes es el tener la capacidad de predecir la evolución de la abundancia de plagas y sus enemigos naturales en el tiempo. Con esta finalidad, se han estudiado los ciclos biológicos de muchos de los insectos del pimiento y la interacción entre las principales especies (Sanchez y Lacasa, 2002; Sanchez, 1998; La Spina, 2013; Urbaneja y col., 2003b y 2002b). Estos datos han permitido modelizar la dinámica de poblaciones para establecer calendarios y dosis de sueltas con el objeto de conseguir que los enemigos naturales reduzcan la densidad de plaga antes de que ésta alcance densidades por encima del umbral económico de daños (Sanchez y Lacasa, 2002). Los umbrales de daño se han ensayado para varias especies de pulgón, tales como *Aulacorthum solani* y *Myzus persicae* (Sanchez y col., 2007; La Spina y col., 2008).

Estrategias de manejo de la biodiversidad y control biológico por conservación

El cultivo de pimiento en invernadero es un sistema muy simple, que puede no llegar a satisfacer los requerimientos necesarios para el establecimiento y mantenimiento de las poblaciones de muchas especies de enemigos naturales. En este sentido, ha resultado de gran utilidad para el control de pulgón el uso de plantas reservorio para el establecimiento de parasitoides

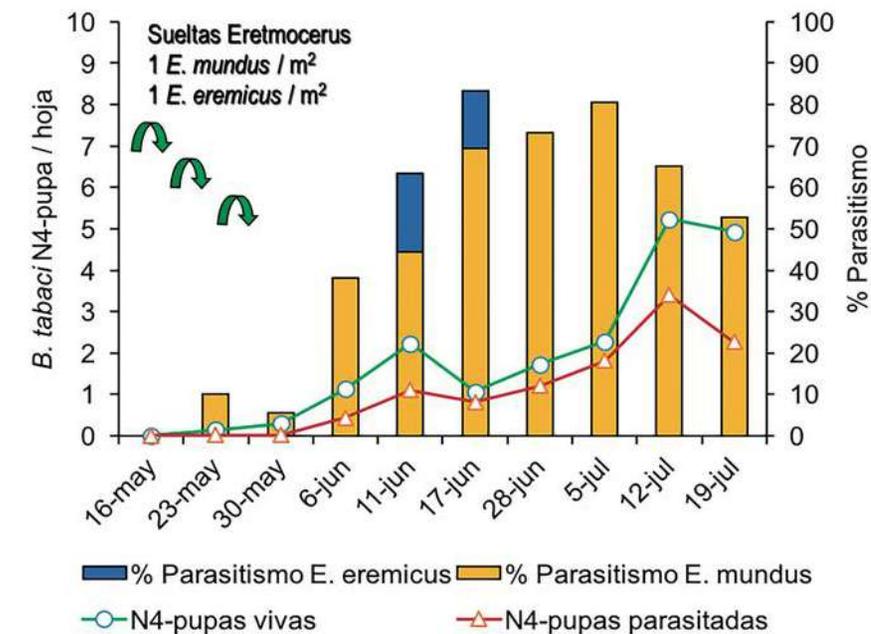


Figura 2. Evolución del parasitismo de *Eretmocerus eremicus* y *E. mundus* sobre *Bemisia tabaci* en invernaderos de pimiento (Fernández y col., 2003).

des (Blom, 2008) (Foto 2), así como el de plantas acompañantes, como el cilantro o el aliso, para mejorar la actividad de sírfidos depredadores de pulgones (Pineda y Marcos-García, 2008a; 2008b). Estas plantas también pueden servir para mantener las poblaciones de *Orius* en los momentos en los que escasean las flores de pimiento. El manejo de la vegetación del entorno también puede ayudar a mejorar el control de plagas. Numerosas especies de plantas mediterráneas sirven como hospedantes de muchas especies de enemigos naturales de plagas de cultivos (Rodríguez y col., 2017; Sanchez y col., 2010; Sanchez-Balibrea y col., 2020) (Foto 3). Los depredadores y parasitoides que viven en estas plantas colonizan los invernaderos de pimiento cuando disminuye la presión de tratamientos insecticidas, contribuyendo al control de plagas que realizan los auxiliares introducidos. Por ejemplo, *O. laevigatus* es la especie liberada para el control del trips, pero en un alto porcentaje de invernaderos esta especie viene reemplazada por *Orius albidipennis* cuando llega el verano, debido a su mejor adaptación a las altas temperaturas que se registran en los invernaderos del sureste en esas fechas (Sanchez y Lacasa, 2002). Varias especies de ácaros depredadores generalistas, como *N. californicus*, *Neoseiulus (Amblyseius) barkeri* y

Euseius stipulatus, se observan con frecuencia de manera natural en las colonias de araña roja (Sanchez y col., 1995; Sanchez y col., 1997; Sanchez, 1998). En cuanto a enemigos naturales de pulgón, *Aphidius matricariae*, *Aphidius ervi*, *Aphidius sonchi*, *Praon volucre* y *Ephedrus persicae* son algunos de los parasitoides que aparecen naturalmente en pimiento; todas estas especies se encuentran con frecuencia parasitando pulgones en la vegetación del entorno de los cultivos (Sanchez y col., 2010; La Spina, 2013). Además, algunas especies de sírfidos, como *Eupeodes corollae*, *Episyrphus balteatus* y *Sphaerophoria rueppellii* se establecen de manera natural en pimiento (Pineda y Marcos-García, 2008c). No obstante, también hay que tener en cuenta que la vegetación silvestre sirve como hospedante de muchas especies plaga del cultivo (Sanchez y col., 2010; Sanchez y col., 2013).

Esta breve revisión pone de manifiesto el importante papel que ha jugado la investigación en el desarrollo y la optimización del control biológico en el cultivo de pimiento. La implementación del control biológico ha reportado grandes beneficios al sector (García y col., 2021). La reinversión de una mínima parte de estos beneficios en investigación ayudaría a resolver muchos de los problemas actuales, así como a hacer frente a los venideros.

Orígenes del control biológico en pimiento en el sureste de España

Bibliografía

- Alcázar, A. 2005. Epidemiología del virus del bronceado del tomate (TSWV) y de su vector *Frankliniella occidentalis* (Thys.: thripidae) en cultivos de pimiento de invernadero. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Blom, J. van der, Ramos, M. y Ravensberg, W. 1997. Biological pest control in sweet pepper in Spain: Introduction rates of predators of *Frankliniella occidentalis*. IOBC wprs Bull., 20: 196-202
- Blom, J. van der. 2008. Control biológico en pimiento bajo abrigo. Pgs. 399-409 en: J. Jacas & A. Urbaneja, eds. Control biológico de plagas agrícolas, Phytoma-España, Valencia.
- Caballero, P., López-Ferber, M. y Williams, T. 2001. Los Baculovirus y sus aplicaciones como bioinsecticidas en el control biológico de plagas. Phytoma-España y Universidad Pública de Navarra. 518 Pgs.
- Calvo, J., León, P., Giménez, A., Stansly, P. y Urbaneja, A. 2002. Control biológico de *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) en cultivo de pimiento en el Campo de Cartagena mediante sueltas de *Eretmocerus mundus* y *E. eremicus* (Hym.: Aphelinidae). Terralia 30: 60-68.
- Calvo, F. J., Bolckmans, K., y Belda, J. E. 2012. Biological control-based IPM in sweet pepper greenhouses using *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). Biocontrol Sci. Technol., 22, 1398-1416.
- Fernández P., Miguel M., Lacasa, A. y Sanchez, J. A. 2003: *Eretmocerus mundus* and *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) control on greenhouse pepper in the southeast of Spain. 3rd International Bemisia Workshop, Barcelona 17-20 March.
- García García, J., Torró Valls, F. y Sanchez J.A. 2021. Efecto económico de la implantación del control biológico en los cultivos de pimiento en invernadero del sureste de España. Phytoma-España (en este volumen).
- Guirao, P., Fernández, P., Miguel, M. y Lacasa, A. 2004: Distribución espacial y muestreo de *Bemisia tabaci* en pimiento. Phytoma-España, 164: 32-36.
- Lacasa, A., Contreras, J., Torres, J., González, A., Martínez, M.C., García, F. y Hernández, A. 1994: Utilización de mallas en el control de *Frankliniella occidentalis* y el virus del bronceado del tomate en el pimiento en invernadero. Bol. San. Veg. Plagas, 20: 561-580.
- La-Spina, M., Hermoso de Mendoza, A., Carbonell, E. A., y Pérez-Panadés, J. (2008). Umbrales económicos de *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphididae) sobre pimiento en invernadero comercial. Bol. San. Veg. Plagas, 34: 485-491.
- La-Spina, M. 2013. Ecología de los áfidos de pimiento y de sus parasitoides en el sureste de la península Ibérica. Tesis Doctoral. Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Universitat Miguel Hernández d'Elx.
- Pineda, A. y Marcos-García, M. A. 2008a. Introducing barley as aphid reservoir in sweet-pepper greenhouses: Effects on native and released hoverflies (Diptera : Syrphidae). Eur. J. Entomol. 105: 531-535.
- Pineda, A., y Marcos-García, M. A. 2008b. Use of selected flowering plants in greenhouses to enhance aphidophagous hoverfly populations (Diptera: Syrphidae). Ann. La Soc. Entomol. Fr., 44: 487-492.
- Pineda, A., y Marcos-García, M. A. 2008c. Seasonal abundance of aphidophagous hoverflies (Diptera : Syrphidae) and their population levels in and outside Mediterranean sweet pepper greenhouses. Ann. Entomol. Soc. Am., 101: 384-391.
- Rodríguez, E., González, M., Paredes, D., Campos, M., y Benítez, E. 2018. Selecting native perennial plants for ecological intensification in Mediterranean greenhouse horticulture. Bull. Entomol. Res. 108, 694-704.
- Sanchez, J.A., Contreras, J., Lacasa, A. y Lorca, M. 1995. Datos preliminares sobre la utilización de *Orius laevigatus* (Fieber) en el control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en pimiento en invernadero. Phytoma-España, 68: 32-38.
- Sanchez, J.A., García, F., Lacasa, A., Gutiérrez, L., Oncina, M., Contreras, J., Gómez, J. 1997a: Response of the Antocorids *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* and the Phytoseiid *Amblyseius cucumeris* for the control of *Frankliniella occidentalis* in commercial crops of sweet peppers in plastic houses in Murcia (Spain). IOBC wprs Bull. 20(4): 186-195.
- Sanchez, J.A., Lacasa, a., Gutiérrez, L. & Contreras, J. 1997b: Distribution pattern and binomial sampling for *Frankliniella occidentalis* and *Orius spp.* in sweet pepper crops. IOBC wprs Bull. 20(4): 177-185.
- Sanchez, J., Lacasa, A., Gutiérrez, L., y Contreras, J. 1998. Comparación de procedimientos de muestreo de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys: Thripidae) y *Orius spp.* Wolff (Hemip: Anthocoridae) en pimiento. Bol. San. Veg. Plagas 24, 183-192.
- Sanchez, J.A., 1998. Bases para el establecimiento de un programa de control integrado de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en pimiento en invernadero en el Sureste de España. Influencia de la temperatura sobre el potencial biótico de *Orius laevigatus* (Fieber) y *Orius albidipennis* (Reuter). Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 206 pp.
- Sanchez, J.A., Lacasa, A., Gutiérrez, L., Torres, J., González, A. y Alcázar, A. 1999: Efecto del arranque de las plantas con síntomas de Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) sobre la incidencia de la enfermedad y la producción en cultivos de pimiento en invernadero. Actas de Horticultura, 26: 264-270.
- Sanchez, J.A., Alcázar, A., Llamas, A., Lacasa, A. y Bielza P. 2000: Integrated pest management strategies in sweet pepper plastic houses in the Southeast of Spain. IOBC wprs Bull., 23(1): 21-30.
- Sanchez, J.A. y Lacasa, A. 2002: Modelling population dynamics of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to optimize their use as Biological control agents of *Frankliniella occidentalis*. Bull. Entomol. Res., 92: 77-88.
- Sanchez, J. A., Cánovas, F., y Lacasa, A. 2007. Thresholds and management strategies for *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae) in greenhouse pepper. J. Econ. Entomol., 100: 123-30.
- Sanchez, J.A.; La-Spina, M.; Michelena, J.M.; Lacasa, A.; Hermoso de Mendoza, A. 2010. Ecology of the aphid pests of protected pepper crops and their parasitoids. Biocontrol Sci. Technol., 21(2): 171 - 178.
- Sanchez, J. A., La-Spina, M., Guirao, P., y Cánovas, F. 2013. Inferring the population structure of *Myzus persicae* in diverse agroecosystems using microsatellite markers. Bull. Entomol. Res., 103: 473-84.
- Sánchez-Balibrea, J.M., Sanchez, J.A., Barberá, G.G., Castillo, V., Díaz, S., Perera, L., Pérez-Marcos, M., de Pedro, L., Reguilón, M. 2020. Manejo de setos y otras estructuras vegetales lineales para una agricultura sostenible. Asociación Paisaje y Agricultura Sostenible. GO Setos. Murcia. <https://www.setosm.org/publicaciones-y-material-digital-disponible/>
- Urbaneja, A., Blom, J. van der, Lara, L., Timmer, R. y Bolckmans, K. 2002a. Utilización de *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hym.: Braconidae) para el control biológico de orugas (Lep.: Noctuidae). Bol. San. Veg. Plagas, 28: 239-250.
- Urbaneja, A., Aran, E., León, P. y Gallego, A. 2002b. Efecto combinado de altas temperaturas y de humedades en la supervivencia, fecundidad y fertilidad de *Orius laevigatus* y *Orius albidipennis* (Hem.: Anthocoridae). Bol. San. Veg. Plagas, 29: 27-34.
- Urbaneja, A., Stansly, P., Calvo, J., Beltrán, D., Lara L. & Blom, J. van der. 2003a. *Eretmocerus mundus*: Control Biológico de *Bemisia tabaci*. Phytoma 144: 139-142.
- Urbaneja, A., León, F.J., Jiménez, A., Arán, E. y Blom J. van der 2003b. Interacción de *Neoseiulus (Amblyseius) californicus* (Oudemans) (Aca.: Phytoseiidae) en la instalación de *Orius laevigatus* (Fieber) (Hem.: Anthocoridae) en invernaderos de pimiento. Bol. San. Veg. Plagas, 29: 347-357.