

EL CONTROL BIOLÓGICO SUPONDRÁ UNA PARTE CADA VEZ MÁS IMPORTANTE EN EL CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS

Logros y retos del control biológico de plagas en cítricos

El piojo rojo de California y la araña roja, cuyo control natural no es plenamente satisfactorio, junto con la mosca mediterránea de la fruta son las tres especies consideradas plagas clave en la citricultura española y sobre las que más esfuerzos se están dirigiendo actualmente para la mejora de su control biológico. Hoy en día el control químico, que ha sido la estrategia tradicionalmente empleada, está perdiendo vigencia co-

mo medida prioritaria de control en cítricos, mientras que, en los últimos años se ha puesto un especial énfasis en el desarrollo e implementación de métodos alternativos de control de las principales plagas de los cítricos que sean respetuosos con el medio ambiente y por lo tanto compatibles con el control natural del resto de especies fitófagas. Entre ellos, el control biológico está recibiendo un impulso considerable.

Cristian Vidal-Quist¹, Josep A. Jacas²
y Alberto Urbaneja¹

Unidad Asociada de Entomología UJI-IVIA-CIB CSIC;

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

²Universitat Jaume I, UJI; Departament de Ciències Agràries i del Medi Natural; Castellón de la Plana.

España es el mayor productor de cítricos de la Unión Europea y quinto en el mundo con una producción anual superior a 5 millones de t durante la última década. Para ello, dedica una extensión de cultivo de aproximadamente 315.000 ha (MARM, 2009), en la cual se cultivan fundamentalmente naranjas, mandarinas y limones. El agrosistema de los cítricos alberga un rico y equilibrado complejo de especies fitófagas y enemigos naturales (EN). Se han descrito alrededor de un centenar de artrópodos que se pueden alimentar de este cultivo, aunque solo una baja proporción de ellos puede, bajo determinadas circunstancias, alcanzar la categoría de plaga, es decir, alcanzar niveles poblacionales por encima de los umbrales económicos de daños (UED). En las condiciones de cultivo en España, la mayoría de las especies que eventualmente pueden llegar a ser plaga sobre los cítricos están sometidas de forma natural a un control biológico excelente o satisfactorio por acción de la fauna auxiliar presente (nativa y/o exótica) (cuadro I).

Los EN exóticos asociados hoy en día a los cultivos cítricos son fruto de diversos programas de control biológico que se emprendieron a lo largo del siglo pasado y que se basaron en la importación de agentes de control biológico exóticos que lograron naturalizarse en nuestras condiciones (Jacas y Urbaneja, 2010). A esta estrategia se la conoce como control biológico clásico. Un ejemplo paradigmático del mismo es la introducción, primero en California (1988) y más tarde en España (1922), del coccinélido

depredador *Rodolia cardinalis* para la regulación de la cochinilla acanalada *Icerya purchasi* (Jacas et al., 2006). Desde entonces, la conservación de *R. cardinalis* es la clave para el control de esta plaga en nuestras áreas citrícolas (foto 1).

No obstante, existe un contado número de especies de fitófagos que, en las condiciones actuales en España, escapan claramente a la regulación por el complejo de EN, es decir, cuyos niveles poblacionales alcanzan con fre-



Foto 1. La puesta del coccinélido depredador *Rodolia cardinalis* es fácilmente distinguible sobre el ovisaco de la cochinilla acanalada por su color rojo intenso.

cuencia el UED y se precisa una acción para su control (**cuadro I**). A este respecto, cabe precisar que los umbrales establecidos para algunas de estas plagas en el contexto de la citricultura española son especialmente bajos en relación a los de la mayoría de países productores de cítricos. Esta disparidad se debe a las características propias del sector citrícola español, cuya producción se destina mayoritariamente al consumo en fresco y no al procesamiento. Esta circunstancia exige unos elevados estándares de calidad de la fruta, de forma que en nuestras condiciones, fitófagos que por lo general producen daños cosméticos sobre el fruto, como el piojo rojo de California (*Aonidiella aurantii*) o la araña roja (*Tetranychus urticae*), cuyo control natural no es plenamente satisfactorio, adquieren frecuentemente la entidad de plaga. Además, la vocación exportadora de la citricultura española, el primer país exportador a nivel mundial (FAO, 2010), impone la necesidad de implantar medidas especiales de control sobre plagas cuarentenarias que puedan poner en riesgo nuestras exportaciones, este es el caso de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*). Por los motivos citados, estas tres especies son las plagas clave de la citricultura española y son sobre las que más esfuerzos se están dirigiendo actualmente para la mejora de su control biológico.

La estrategia tradicionalmente empleada para el control de estas y otras plagas se ha basado en la aplicación de plaguicidas químicos, entrando así su manejo en conflicto con el de otras especies fitófagas al alterarse los equilibrios EN-fitófago preexistentes. Actualmente, el control químico está perdiendo vigencia como medida prioritaria de control en cítricos, tanto por restricciones de tipo legal (retirada de numerosas materias activas del Registro Único Europeo por la Directiva Europea 91/414/EEC) y social (demanda de productos libres de residuos) como por posibles limitaciones intrínsecas del método (eficacia insuficiente, aparición de resistencias). Por estas razones, en los últimos años se ha puesto un especial énfasis en el desarrollo e implementación de métodos alternativos de control de las principales plagas de los cítricos que sean respetuosos con el medio ambiente y por lo tanto compatibles con el control natural del resto de especies fitófagas. Entre ellos, el control biológico está recibiendo un impulso considerable.

CUADRO I.

Estado de las especies potencialmente plaga de cítricos en España en función de su grado de control biológico (CB).

Especie plaga	Control natural	Factor clave de mortalidad	Estrategia CB
<i>Icerya purchasi</i>	Excelente	EN importado	Conservación
<i>Insulaspis gloverii</i>	Excelente	EN importado	Conservación
<i>Alaeurothrix floccosus</i>	Satisfactorio	EN importado	Conservación
<i>Ceroplastes sinensis</i>	Satisfactorio	Clima - EN nativos	Conservación
<i>Chrysomphalus dyctiospermi</i>	Satisfactorio	EN nativos	Conservación
<i>Coccus hesperidum</i>	Satisfactorio	Clima - EN nativos	Conservación
<i>Panonychus citri</i>	Satisfactorio	EN nativos	Conservación
<i>Phyllocnistis citrella</i>	Satisfactorio	EN importado	Conservación
<i>Planococcus citri</i>	Satisfactorio	EN importado	Inoculación
<i>Saissetia oleae</i>	Satisfactorio	Clima-EN nativos	Conservación
<i>Aonidiella aurantii</i>	Insuficiente	EN nativos e importados	Inoculación
<i>Aphis gossypii</i>	Insuficiente	EN nativos e importados	Conservación, inoculación
<i>Aphis spiraecola</i>	Insuficiente	EN nativos e importados	Conservación, inoculación
<i>Ceratitis capitata</i>	Insuficiente	EN nativos e importados	Inoculación, conservación
<i>Cornuaspis beckii</i>	Insuficiente	EN nativos e importados	Conservación
<i>Parlatoria pergandei</i>	Insuficiente	EN nativos e importados	Conservación
<i>Tetranychus urticae</i>	Insuficiente	EN nativos	Conservación, inoculación
<i>Toxoptera aurantii</i>	Insuficiente	EN nativos e importados	Conservación, inoculación
EN: Enemigo natural			

Entre las estrategias que se están impulsando en la actualidad destacan las medidas de conservación basadas en el manejo de la cubierta vegetal o el uso de plantas refugio. Otra de las herramientas biológicas que debe potenciarse en los próximos años es el uso de entomopatógenos

Presente y futuro del control biológico

La implantación de un sistema de control biológico eficiente en el cultivo de los cítricos pasa por su incorporación en programas más amplios de manejo integrado de plagas (MIP) o de agricultura ecológica. En España el primer programa de MIP en cítricos se inició a mediados de los años 90 del pasado siglo en las comarcas cítricas catalanas del Baix Ebre y el Montsià (Ripollés *et al.*, 1995). Actualmente, todas las comunidades autónomas donde se cultivan cítricos disponen de reglamentos de producción integrada de cítricos en donde se establecen las bases del MIP. En 2008, de acuerdo al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), un 13,6% de la

superficie cítrica española se gestionó de acuerdo a los reglamentos de la producción integrada, mientras que el 1,5% lo hizo de acuerdo a los de la agricultura ecológica. Se estima que estas cifras irán en aumento en el futuro, y en consecuencia también el control biológico. Es más, la Unión Europea está preparando una nueva directiva que sustituirá a la vigente 91/414/EEC por la cual, entre otros aspectos, se propone que la aplicación de los principios generales del MIP pase a ser obligatoria para todos los productores del espacio europeo a partir del 1 de enero de 2014 (BiPRO, 2009).

Como ya se ha indicado, la estrategia clásica de control biológico ha consistido en la importación de EN exóticos, normalmente procedentes del centro de origen de la especie a combatir. Esta estrategia ha cosechado mu-



Foto 2. Plantación de cubierta de *Festuca arundinacea* en un campo de cítricos, una estrategia que puede contribuir muy positivamente al control biológico.

chos éxitos y, en algunos casos, sus beneficios son patentes a día de hoy (EN naturalizados). No obstante, estudios recientes han puesto de manifiesto los efectos secundarios nocivos que la introducción de especies exóticas puede suponer para el medio ambiente. En consecuen-

cia, la Unión Europea está preparando una legislación mucho más restrictiva sobre la importación de agentes de control biológico invertebrados que, se espera, va a condicionar considerablemente el control biológico en cítricos. Así, la tendencia actual consiste en primar el control

biológico basado en las especies autóctonas o en aquellos EN exóticos que ya estén naturalizadas en los cítricos. Ya sea mediante su conservación o por medio de sueltas de tipo inoculativo, es decir, mediante la liberación en campo de EN criados en insectarios como soporte a las poblaciones ya presentes.

En esta línea, entre las estrategias que se están impulsando en la actualidad destacan las medidas de conservación basadas en el manejo de la cubierta vegetal o el uso de plantas refugio, así como el control biológico inoculativo de aquellas plagas para las cuales se hayan puesto a punto crías en masa de sus EN. Otra de las herramientas biológicas que debe potenciarse en los próximos años es el uso de entomopatógenos. Mientras tanto, hasta que estas técnicas se impongan de manera práctica en el cultivo de los cítricos, el control basado en la aplicación de insecticidas con un grado suficiente de selectividad sigue siendo una vía válida para la conservación de los EN de este cultivo.

CUADRO II.

Agentes de control biológico utilizados en estrategias inoculativas en campos y viveros de cítricos.

Enemigo natural	Plaga diana	Estrategia
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	<i>Planococcus citri</i>	Desde finales de abril hasta julio, cuando estén presentes hembras grávidas, liberación de 3-10 individuos por árbol infestado. Repetir a intervalos de 2-3 semanas.
<i>Leptomastix dactylopii</i> <i>Anagyrus pseudococci</i>	<i>Planococcus citri</i>	Desde finales de abril hasta julio, cuando estén presentes ninfas de tercer estadio y hembras jóvenes, liberación de 10-20 individuos por árbol infestado. Repetir a intervalos de 2-3 semanas.
<i>Aphytis melinus</i>	<i>Aonidiella aurantii</i>	Desde final del invierno cuando las temperaturas lo permitan y estén presentes estadios parasitables (ninfas de segundo estadio, machos y hembras jóvenes), liberación de 50-150 x 10 ³ adultos por ha en 5 a 8 sueltas con un intervalo de 15 días entre cada suelta. En infestaciones graves, las sueltas podrían combinarse con tratamientos con aceites minerales ⁽¹⁾ .
<i>Neoseiulus californicus</i> <i>Phytoseiulus persimilis</i>	<i>Panonychus citri</i> <i>Tetranychus urticae</i>	En viveros, liberación en focos a razón de 10 a 30 individuos por plantón infestado ⁽²⁾ .
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	<i>Tetranychus urticae</i>	Sueltas por focos a razón de 100 a 500 individuos por árbol ⁽³⁾ .

⁽¹⁾ Las sueltas en pleno verano deberán reconsiderarse debido a las altas temperaturas y baja humedad relativa, ya que son condiciones desfavorables para *A. melinus*.

⁽²⁾ Frente *P. citri*, solamente recomendado en viveros o cítricos ornamentales cuando *Euseius stipulatus* no esté presente.

⁽³⁾ Estrategia experimental en desarrollo.

Huéspedes alternativos y plantas refugio

La utilización de huéspedes alternativos consiste en la incorporación o conservación en el campo de especies de plantas sobre las cuales se desarrollen fitófagos que puedan ser presas o huéspedes alternativos de la fauna útil (EN) de los cítricos, y que a su vez no sean

ellos mismos perjudiciales sobre el cultivo cítrico. Existen dos casos bien documentados de este tipo de estrategia. La utilización de la adelfa (*Nerium oleander*), una especie que habitualmente se planta en lindes y setos, y que suele albergar una especie de pulgón inofensiva para los cítricos pero cuyos EN son comunes a las especies de pulgones más importantes en cítricos (*A. gossypii* y *A. spiraeicola*). Y en segundo lugar, la conservación de la especie *Oxalis pes-caprae*, una hierba espontánea muy común en los suelos de los cítricos, que también alberga una especie de ácaro inocuo para cítricos pero que puede servir de alimento alternativo a las especies de fitoseidos (ácaros depredadores beneficiosos) que colonizan los cítricos.

Tal y como se viene aplicando en cultivos protegidos, existe la posibilidad de utilizar las denominadas plantas refugio en el cultivo de los cítricos. Esta estrategia consistiría en la incorporación en campo de plantas producidas en insectarios comerciales sobre las cuales ya se hubiera establecido un fitófago (por ejemplo

un pulgón específico de cereales) y sus EN asociados, proporcionándose así una fuente adicional de EN para el control biológico en el cultivo.

Manejo de la cubierta vegetal

En España, los cítricos suelen cultivarse en suelo desnudo, a pesar que ésta no sea la situación ideal. En los últimos años se está potenciando el uso de cubiertas vegetales como infraestructuras ecológicas, por ejemplo, mediante la plantación de la gramínea *Festuca arundinacea* (foto 2). La cubierta vegetal suele albergar depredadores generalistas que pueden tener un impacto sobre las plagas de los cítricos. Recientemente se ha puesto de manifiesto el papel que los depredadores asociados a dichas cubiertas y el manejo de las mismas pueden ejercer sobre dos de las principales plagas de los cítricos, la mosca mediterránea de la fruta y la araña roja (Monzó, 2009; Aguilar-Fenollosa, 2008). Sin embargo, se debe seguir profundizando en el estudio de la composición idónea de dichas cubiertas así como en las re-

laciones ecológicas que se establecen entre éstas y los árboles cultivados.

Control biológico inoculativo

Las poblaciones de ciertos EN asociados a los cítricos (tanto autóctonos como exóticos naturalizados) en muchas ocasiones no alcanzan los niveles mínimos necesarios para asegurar el control de los fitófagos de los que se alimentan por debajo de los UED. En la actualidad, algunos EN cuya producción en masa es viable se están empezando a utilizar en sueltas de tipo inoculativo, tal y como ocurre en otras regiones citrícolas del planeta. El cuadro II muestra una recopilación de diferentes EN y las posibles estrategias para su liberación (Urbaneja et al., 2009).

Entomopatógenos

Además de la utilización de artrópodos beneficiosos, el empleo de otro tipo de agentes de control biológico como nemátodos, bacterias, hongos o virus resulta muy prometedor. El reto fundamental al que se enfrentan este tipo

Sigue apostando por la rotación de cultivos con las mejores alternativas



Veza Senda

Guisante Cherokee

Veza Castilla

Yero Taranto

Guisante Luna

902 12 24 12

www.grupoagrosa.com

Agrosa está contigo

para cosechar beneficios



Foto 3 (izda.). Adulto de *Cales noacki*, parasitoide afelinido clave para el control de la mosca blanca algodonosa de los cítricos.

Foto 4 (debajo). *Euseius stipulatus* es el fitoseido clave en cítricos por su depredación sobre el ácaro pardo.



de tecnologías es poder revertir su inferioridad histórica con respecto a la industria de plaguicidas químicos. Como se prevé, la adopción de los bioplaguicidas en la agricultura va a incrementarse en el futuro, pero, tal y como demanda el sector, su competitividad económica pasa por una mejora de las normativas relativas a su registro (Endure, 2010).

Estudio de los efectos secundarios de plaguicidas

El conocimiento de los efectos de los plaguicidas sobre la fauna no diana es esencial para la integración de la lucha química en un programa de MIP en cítricos. A este respecto, existen diversos trabajos que evalúan los efectos secundarios de la mayoría de plaguicidas sobre las principales especies del complejo de EN residentes en campos de cítricos de nuestro país. Entre ellas, por su importancia destacan las siguientes: los parasitoides *Cales noacki* (foto 3), *Leptomastix dactylopii* y *Lysiphlebus testaceipes* (sobre la mosca blanca algodonosa *Aleurothrichus floccosus*, el cotonet *Planococcus citri* y los pulgones *Aphis gossypii* y *Aphis spiraeicola* respectivamente); y los depredadores *Cryptolaemus montrouzieri*, *Euseius stipulatus* (foto 4) y *R. cardinalis* (sobre el cotonet, el ácaro rojo *Panonychus citri* y la cochinilla acanalada *I. purchasi* respectivamente). Para una

revisión en profundidad de los efectos secundarios de plaguicidas sobre fauna útil de cítricos se puede consultar la siguiente página web: http://www.ivia.es/ento/side_effects/. Recientemente, la lista de materias activas autorizadas en cítricos se ha reducido considerablemente (por aplicación de la Directiva 91/414/EEC) y las materias actualmente autorizadas, en general, poseen un buen perfil de selectividad frente a la fauna útil y/o una residualidad baja. Aún así, sigue existiendo la necesidad de optimizar los umbrales de tratamiento de este tipo de productos en un contexto tan cambiante como es el MIP.

Conclusiones

Actualmente existe una creciente concienciación sobre la importancia de la conservación y potenciación de los equilibrios EN-fitófago en los sistemas agrícolas. En el caso particular de los cítricos, el control biológico está llamado a constituir una parte cada vez más importante en el control integrado de plagas. La investigación en este ámbito está recibiendo un renovado impulso, dirigido prioritariamente a la conservación y la potenciación de los recursos ya existentes. El cultivo de los cítricos ha sido pionero histórico en la adopción de estrategias de control biológico, y en gran

medida la riqueza del complejo de EN presente hoy día procede de aquellas iniciativas. Del mismo modo, este cultivo está llamado a constituir un referente en cuanto a integración de la lucha biológica y otras estrategias de control en la agricultura del futuro, una agricultura más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. ●

Bibliografía ▼

- Aguilar-Fenolosa, A., Pascual-Ruiz, S., Hurtado-Ruiz y M., Jacas, J.A. 2008. Efecto del manejo de la cubierta vegetal en la acarofauna asociada a *Tetranychus urticae* Koch (Acarí: Prostigmata) en clementino. Bol. San. Veg. Plagas, 34: 461-472.
- BiPRO. 2009. Development of guidance for establishing Integrated Pest Management (IPM) principles. Doc. 07.0307/2008/504015/ETU/B3. Comisión Europea, Bruselas.
- ENDURE. 2010. Reporte Informe del Proyecto Europeo nº 031499. European Network for Durable Exploitation of crop protection strategies. Deliverable DR4.7: Review of factors influencing the success or failure of biocontrol and recommended orientation for new R&D projects. <http://www.endure-network.eu/>
- FAO. 2010. Developments in international citrus trade in 2005-2006. http://www.fao.org/es/esc/en/15/238/highlight_241_p.html
- Jacas J.A. y Urbaneja, A. 2010. Biological Control in Citrus in Spain: from Classical to Conservation Biological Control, pp. 57-68. En: A. Ciancio y K.G. Mukerji (eds.), Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases. Springer, Países Bajos.
- Jacas, J.A., Urbaneja, A. y Viñuela, E. 2006. History and future of introduction of exotic arthropod biological control agents in Spain: a dilemma? BioControl, 51: 1-30.
- MARM. Anuario de Estadística Agraria 2008, revisado en junio de 2010. <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/2008/indice.asp>
- MARM. Encuesta de Producción Integrada a las Comunidades Autónomas 2008, revisado en junio de 2010. <http://www.mapa.es/es/agricultura/pags/ProduccionIntegrada/estadistica.htm>
- MARM. Estadísticas 2008, Agricultura Ecológica. <http://www.mapa.es/alimentacion/pags/ecologica/pdf/2008.pdf>
- Monzó, C. 2009. Tesis doctoral: Artrópodos depredadores potenciales de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) presentes en el suelo de cítricos. Universidad Politécnica de Valencia.
- Ripollés, J.L., Marsà, M. y Martínez, M.T. 1995. Desarrollo de un programa de control integrado de las plagas de los cítricos en las comarcas del Baix Ebre-Montsià. Levante Agrícola, 332: 232-248.
- Urbaneja, A., Jacas, J.A. y F. García-Marí. 2009. Control Biológico en Cítricos, pp. 335-348. En: J. A. Jacas y A. Urbaneja (eds.), Control Biológico de Plagas Agrícolas. Phytoma España, España.