



Larva de *Scymnus subvillosus* alimentándose de *Aphis gossypii*.

**César Monzó,
Juan P. Bouvet,
Meritxell Pérez-Hedo,
Alberto Urbaneja**

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

Revalorización del complejo de depredadores polípagos en cítricos

El papel de los depredadores en el control de plagas clave de cítricos ha sido tradicionalmente relegado a un segundo plano. Estudios recientes sobre tres plagas clave de nuestra citricultura, los pulgones *Aphis gossypii* Glover y *Aphis spiraecola* Patch y el piojo rojo de California *Aonidiella aurantii* Maskell demuestran que la depredación puede ser un factor de mortalidad muy importante. Además, ésta es debida a la acción complementaria de varias especies polípagas. Algunas de ellas, como son el caso de *Scymnus interruptus* Goeze, *Scymnus subvillosus* Goeze y *Pilophorus cf gallicus*, son compartidas por estos tres fitófagos, por lo que la mejora en el control biológico en una, beneficia directamente al de las otras. Los resultados obtenidos a través de estas investigaciones demuestran la importancia del complejo de depredadores asociado a cítricos en la regulación de plagas clave del cultivo. El desarrollo de nuevas estrategias de conservación permitirá mejorar su acción y reducir la frecuencia de aplicaciones químicas realizadas para el control de plagas clave.

Un cambio progresivo de paradigma en el control biológico de plagas

El agroecosistema de cítricos se caracteriza por albergar una gran diversidad de especies fitófagas que no suelen alcanzar el estatus de plaga ya que sus poblaciones generalmente se encuentran por debajo de su umbral económico de daño. Esto se explica porque asociado a este cultivo también existe un rico complejo de enemigos naturales que son capaces de regular de manera eficaz las poblaciones de la mayor parte de fitófagos. Solo aquellas especies que escapan con frecuencia a la regulación de sus enemigos naturales suelen necesitar de medidas de gestión adicionales y son las que denominamos 'plagas clave' del cultivo.

El control biológico de plagas en la agricultura moderna parte de una visión reduccionista en la que unos pocos agentes de control biológico son los responsables de la regulación efectiva de fitófagos. Bajo esta perspectiva surge el concepto de 'enemigos naturales clave'. Éstos suelen estar fuertemente asociados a la especie de fitófago que controlan y generalmente se caracterizan por ser altamente específicos. En cítricos es frecuente encontrar este tipo de asociaciones; como ejemplos de nuestra citricultura podríamos citar la regulación de la mosca blanca, *Aleurotrixus floccosus* Maskell, por el parasitoide *Cales noaki* Howard.

En las dos últimas décadas, la visión reduccionista del control biológico de plagas ha dado paso a una interpretación más holística del fenómeno, en el que la regulación efectiva de las poblaciones de fitófagos se logra a través de complejas interrelaciones entre los distintos componentes del sistema. Aunque bajo este nuevo paradigma, el papel de los enemigos naturales clave no se desdeña, sí que adquiere especial relevancia la contribución de un rico complejo de enemigos naturales de hábitos alimenticios más generalistas, que de manera natural están asociados al cultivo y cuya función históricamente había sido minusvalorada.

Los depredadores, junto a los parasitoides, son los agentes de control biológico más importantes en la agricultura. Sin embargo, salvo algunas excepciones, el papel de los primeros se ha considerado injustamente infe-

rior. Los motivos que han llevado a esto son la mayor dificultad de poder evaluar su función. Muchas de las especies de depredadores muestran una actividad críptica, su comportamiento suele verse fuertemente modificado durante los procesos de observación directa y, a diferencia del parasitismo, las tareas de evaluación de la depredación son más complejas ya que cuando un depredador consume totalmente su presa no deja una evidencia que nos permita reconocer posteriormente este consumo. La aplicación de técnicas moleculares para evaluar la depredación una vez ésta ya ha sucedido está permitiendo desentrañar relaciones depredador-presa que de otra manera serían muy costosas de entender (King y col., 2008). Este tipo de estudios busca conocer a través de la detección del ADN de la presa en el tracto digestivo del depredador, si éste se ha alimentado recientemente de la presa. Gracias a esta aproximación podemos determinar qué especies de fitófagos son incorporadas, y con qué frecuencia, en las dietas de los depredadores. Este tipo de estudios ha sido de especial relevancia a la hora de entender la función de numerosas especies de depredadores polífagos asociados a los agroecosistemas.

Los depredadores y el control biológico de pulgones

Los pulgones *Aphis gossypii* Glover y *Aphis spiraecola* Patch son considerados plagas clave en clementinos ya que su control biológico suele ser deficitario. Estudios recientes demuestran que la existencia de un rico complejo de hiperparasitoides impide que pueda haber una regulación efectiva por parte de los parasitoides (Gómez-Marco y col. 2015). Asociado a estos fitófagos existe también un rico complejo de depredadores que, sin embargo, tampoco suele ser capaz de impedir las explosiones demográficas de pulgones. La mayor parte de estos depredadores aparecen en las colonias cuando éstas ya han alcanzado su fase de crecimiento exponencial. Esto es debido a que las colonias incipientes no garantizan recursos alimenticios suficientes para la supervivencia de su descendencia. Estudios recientes demuestran que el cecidómido *Aphidoletes aphidimy-*

za Rondani y los micro-coccinélidos *Scymnus interruptus* Goeze y *Scymnus subvillosus* Goeze utilizan como recurso alimenticio colonias recientemente fundadas y que en estos casos son capaces de suprimirlas (Bouvet y col., en publicación). La menor voracidad de estos pequeños depredadores juega por lo tanto en nuestro favor. Cabe destacar también las elevadas densidades que el mírido *Pilophorus cf gallicus* puede alcanzar durante la brotación de primavera en parcelas bajo regímenes de gestión de plaga altamente respetuosos con los enemigos naturales (Bouvet y col., 2019a). El papel de este depredador, tradicionalmente asociado al control de pulgones, no ha sido aún estudiado a fondo. Está demostrado, por otro lado, que la utilización de cubiertas vegetales basadas en poáceas incrementa las poblaciones de los depredadores de pulgones justo antes de la brotación de primavera (Gómez-Marco y col., 2016).

Los depredadores y el control biológico de piojo rojo de California

El piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* Maskell, es otra de las plagas clave de nuestra citricultura. En otras regiones productoras del planeta, las poblaciones de este fitófago están bien reguladas por parasitoides del género *Aphytis*. Los efectos secundarios de los tratamientos químicos contra ésta y otras plagas y la existencia de periodos durante el año en el que estos parasitoides tienen un estado nutricional deficitario podrían explicar su baja eficacia en nuestra citricultura (Tena y col, 2015; Vanaclocha y col. 2013).

El papel de los depredadores en la regulación de *A. aurantii* también ha sido tradicionalmente considerado secundario. La literatura cita algunas especies de coccinélidos especialistas en diaspídidos (*Chilocorus bipustulatus* L., *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell o *Coccidophilus citricola* Brèthes). Sin embargo, hasta la fecha, la depredación como factor de mortalidad de esta plaga no había sido rigurosamente evaluada y se suponía infravalorada. Recientemente, se ha evaluado mediante ensayos de exclusión la contribución de los depredadores a la mortalidad del piojo rojo de California

(Bouvet y col. 2019b). Sorprendentemente, la mortalidad atribuida a éstos alcanzó valores del 90% durante la primera generación y superó el 70% en la segunda y tercera. Por otro lado, se ha estudiado cuáles son las especies que están ejerciendo esta mortalidad y cuál es su contribución relativa. Para ello, mediante la aplicación de la técnica molecular de la PCR, se ha analizado el tracto digestivo de más de 1.500 individuos de 21 especies de depredadores asociadas a las generaciones de piojo rojo de California, para determinar el número de individuos que habían incorporado recientemente este fitófago a su dieta. Se encontró que depredadores de once especies estaban alimentándose de piojo rojo de California durante sus tres generaciones. Contrariamente a lo que se creía, especies de depredadores polípagos asociadas a este cultivo, como son el caso de *P. cf gallicus*, *S. subvillosus*, *S. interruptus*, *Chrysoperla carnea* Stephens o *Semidalis aleyrodiformis* Stephens, fueron los principales agentes de control biológico de este fitófago. Los depredadores especialistas tuvieron en cambio un papel testimonial en la primera y segunda generación y solo fueron relevantes durante la última generación de la plaga. La evolución estacional de la importancia de estos depredadores de piojo rojo de California revela un complejo e interesantísimo mecanismo de regulación: especies de depredadores polípagos tradicionalmente asociadas a pulgones son las que contribuyen mayoritariamente a la regulación de *A. aurantii* durante

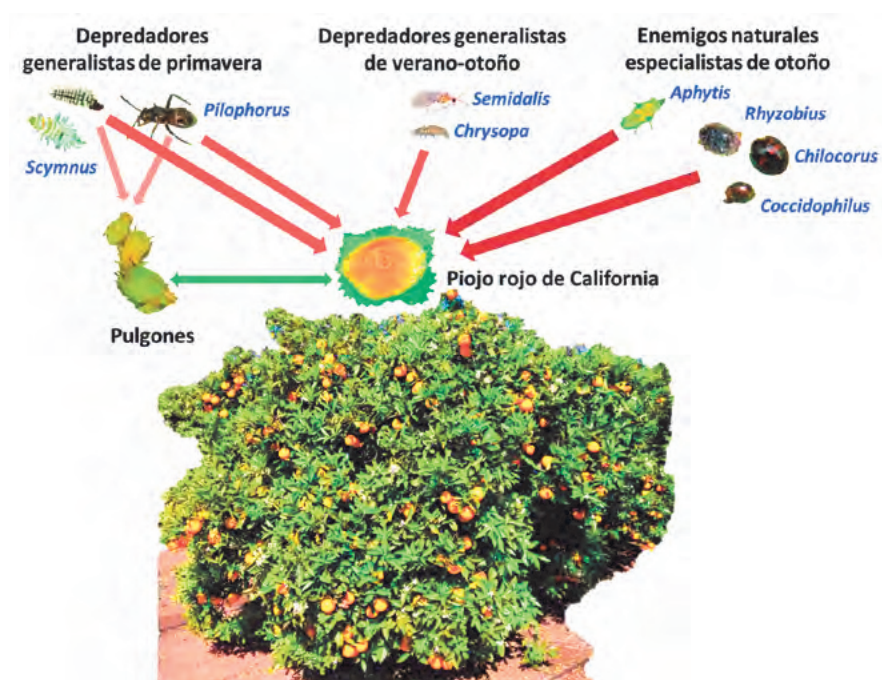


Figura 1. Relaciones tróficas en el control biológico de pulgones y piojo rojo de California en cítricos.

su primera generación, para ir dando paso en las dos generaciones sucesivas a otras especies de depredadores generalistas (neurópteros) y a los especialistas en la última generación. De esta manera, se describe perfectamente, por un lado, un efecto complementario entre el control biológico de dos plagas clave y, además, entre depredadores generalistas asociados a piojo rojo, que realizarán un buen control al inicio de la temporada, y especies especialistas que ayudarán a disminuir las poblaciones de la última generación (invernante) de este diaspírido (Figura 1).

Conclusión

Los estudios sobre el papel de los depredadores de plagas clave de cítricos realizados recientemente demuestran que su papel como agentes de control biológico puede ser mucho más importante de lo que se creía y que numerosas especies actúan de manera complementaria. Como ejemplo, la presencia de un rico y abundante complejo de depredadores de pulgones en primavera va a repercutir en una posterior mayor regulación de piojo rojo de California en su primera generación. Por esta razón, es fundamental desarrollar medidas de conservación para promover y mejorar su eficacia.

Bibliografía

- ! Bouvet, J. P. R., Urbaneja, A., y Monzó, C. 2019a. Effects of Citrus Overwintering Predators, Host Plant Phenology and Environmental Variables on Aphid Infestation Dynamics in Clementine Citrus. *Journal of Economic Entomology*, doi: 10.1093/jeetoz101.
- Bouvet, J. R., Urbaneja, A., Pérez-Hedo, M., y Monzó, C. 2019b. Contribution of predation to the biological control of a key herbivorous pest in citrus agroecosystems. *Journal of Animal Ecology*, <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12982>.
- Gómez-Marco, F., Urbaneja, A., Jaques, J. A., Rugman-Jones, P. F., Stouthamer, R., y Tena, A. 2015. Untangling the aphid-parasitoid food web in citrus: Can hyperparasitoids disrupt biological control?. *Biological Control*, 81, 111-121.
- Gómez-Marco, F., Urbaneja, A., y Tena, A. 2016. A sown grass cover enriched with wild forb plants improves the biological control of aphids in citrus. *Basic and Applied Ecology*, 17(3), 210-219.
- King, R. A., Read, D. S., Traugott, M., y Symondson, W. O. C. 2008. Molecular analysis of predation: a review of best practice for DNA-based approaches. *Molecular Ecology*, 17(4), 947-963.
- Symondson, W. O. C., Sunderland, K. D., y Greenstone, M. H. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annual Review of Entomology*, 47(1), 561-594.
- Tena, A., Pekas, A., Cano, D., Wäckers, F. L., y Urbaneja, A. 2015. Sugar provisioning maximizes the biocontrol service of parasitoids. *Journal of Applied Ecology*, 52(3), 795-804.
- Vanaclocha, y col. 2013. Acute toxicity in laboratory tests of fresh and aged residues of pesticides used in citrus on the parasitoid *Aphytis melinus*. *Journal of Pest Science*, 86(2), 329-336.