

ANTHOCORIS NEMORALIS: UN NUEVO ALIADO EN EL CONTROL BIOLÓGICO POR CONSERVACIÓN DE LA GENERACIÓN ANTÓFAGA DE LA PLAGA DEL OLIVO *PRAYS OLEAE*

Daniel Paredes¹, Iván Batuecas¹, Luis Cayuela² y Mercedes Campos¹

¹Grupo de Protección Vegetal, Departamento de Protección Ambiental, Estación Experimental de Zaidín, CSIC, Profesor Albareda nº 1, 18008, Granada, España; ²Area de Biodiversidad y Conservación, Departamento de Biología y Geología, Universidad Rey Juan Carlos I, Tulipán s/n, 28933, Móstoles, España. E-mail: daniel.paredes@eez.csic.es

Resumen

Dentro de un enfoque agroecológico, el control biológico por conservación se muestra como la alternativa más óptima para luchar contra las plagas. No obstante, es necesario conocer el comportamiento de los enemigos naturales más eficaces para diseñar estrategias adecuadas a cada cultivo. En el caso del olivar, recientes investigaciones destacan a *Anthocoris nemoralis* como uno de los agentes de control biológico que pueden ser más efectivos en la lucha contra la generación antófaga de la plaga *Prays oleae*. El incremento y la conservación de la vegetación natural que rodea al cultivo puede incrementar sus poblaciones, ya que este insecto hiberna en este tipo de vegetación para después en primavera colonizar el olivar, donde desarrolla una segunda generación. De la misma forma, altas abundancias de la plaga secundaria *Euphyllura olivina* podrían aumentar el control biológico de este depredador sobre *P. oleae*. La bibliografía muestra una gran atracción de *A. nemoralis* hacia psílidos como *E. olivina* probablemente mediada por determinadas sustancias volátiles que el olivo produce como consecuencia del ataque. No obstante, los neonatos de la segunda generación, consumirían preferentemente huevos de *P. oleae* debido a su pequeño tamaño, reduciendo de esta forma su abundancia.

Palabras claves: Depredación; Ecología química; *Euphyllura olivina*; Manejo de hábitat.

Summary

***Anthocoris nemoralis*: a new ally in the conservation biological control of the anthophagous generation of the olive pest *Prays oleae*.**

Within an agroecological approach, conservation biological control is shown to be the most optimal option for controlling pests. However, it is necessary to know the behaviour of the most effective natural enemies to design appropriate strategies for each crop. In the case of olive, recent research highlights *Anthocoris nemoralis* as one of the biological control agents that may be more effective in the fight against the anthophagous generation of *Prays oleae*. The enhancement and conservation of natural vegetation adjacent to the crop can increase their populations, as this insect overwinters in this type of vegetation and then colonize the olive grove where a second generation develops. In the same way, high abundance of the secondary pest *Euphyllura olivina* may increase the biological control of this predator on *P. oleae*. The literature reports a great attraction of *A. nemoralis* to psyllids as *E. olivina* probably mediated by volatile substances that olive produces. However, neonates of the second generation would only consume eggs of *P. oleae* due to its small size, thereby reducing the abundance of this pest.

Keywords: Chemical ecology; *Euphyllura olivina*; Habitat management; Predation.

INTRODUCCIÓN

Entre las estrategias más adecuadas para una buena gestión de plagas dentro de un enfoque agroecológico se encuentra el control biológico por conservación. Esta

estrategia está tomando mucho auge en estos momentos en los que existe una gran preocupación acerca del uso de productos químicos de síntesis para el control de las plagas (Meehan *et al.* 2011). El control biológico por conservación "se basa en la modificación del medioam-

biente o de las prácticas existentes para proteger y aumentar los enemigos naturales específicos u otros organismos con la finalidad de reducir el efecto de las plagas" (DeBach 1964). En este tipo de control biológico no se realizan sueltas de individuos como ocurre en otras estrategias, ya que lo que se pretende es establecer, mediante la aplicación de determinadas técnicas, un entorno ambiental adecuado para los enemigos naturales de las plagas del cultivo (Barbosa 1998). Dos son las técnicas aplicables para llevar a cabo una estrategia de control biológico por conservación: el manejo del hábitat y la ecología química.

El manejo de hábitat se basa en la modificación del mismo para mejorar la disponibilidad de los recursos requeridos por los enemigos naturales para que su acción contra las plagas sea óptima (Landis *et al.* 2000). La mejora es realizada mediante la instalación y/o conservación de las infraestructuras ecológicas adecuadas tanto en el campo de cultivo como en el paisaje en el que se encuentra inmerso. Para cultivos perennes la aproximación más tenida en cuenta a nivel de cultivo ha sido la instalación y el manejo de una cubierta vegetal entre las calles del cultivo. Ésta, normalmente, puede ser en forma de franja entre las líneas de árboles o, menos comúnmente, como un continuo en el suelo (Smith *et al.* 1996). A nivel de paisaje, otros hábitat potencialmente explotables por los enemigos naturales son las infraestructuras perennes. Éstas, son manchas de vegetación natural que típicamente se sitúan en zonas marginales del cultivo donde es difícil el acceso de la maquinaria. Pueden tener un papel fundamental a la hora de albergar poblaciones de enemigos naturales cuando las condiciones en el cultivo les sean adversas (Landis *et al.* 2000).

El control biológico por conservación también se puede apoyar en otra serie de técnicas como son aquellas derivadas del estudio de la ecología química. Las plantas pueden emitir volátiles capaces de atraer y repeler a determinados artrópodos. Éstos incluyen a volátiles cuya emisión es inducida por el ataque de un herbívoro a la planta (Khan *et al.* 2008), los cuales pueden ser utilizados para atraer enemigos naturales desde el paisaje hacia el campo de cultivo.

El cultivo agroecológico es el mejor sistema de producción para aplicar el control biológico por conservación ya que ambos funden sus objetivos, entre los que se encuentran, la utilización óptima de los recursos naturales y la protección de la biodiversidad (Pajarón 2007, Guzmán *et al.* 2010), lo cual facilita su implantación. De esta forma se establece la idea de que para ejercer un control biológico por conservación no es necesario realizar acciones puntuales sino que se trata, más bien, de crear un entorno que establezca las relaciones entre cultivo, plaga y enemigos naturales y que evite fluctuaciones lo suficientemente grandes como para perder la producción (Paredes *et al.* 2013a). Esta estabilidad sería

consecuencia directa de la biodiversidad contenida en el agroecosistema (Altieri & Letourneau 1982).

No obstante, recientes hallazgos en este campo han desvelado que el fomento de la biodiversidad "per se", en muchos casos, no es suficiente para controlar de manera efectiva las plagas (Moonen & Bárberi 2008), y que una sola especie o pequeños grupos de especies pueden llegar a ser capaces de regular de manera más efectiva la abundancia de plagas (Denoth 2002). Diferentes procesos que se producen en los agroecosistemas podrían estar detrás de estos resultados (Straub *et al.* 2008) por lo que es imprescindible, para aplicar estrategias efectivas de control biológico por conservación, conocer todos los agentes que intervienen y las relaciones que se producen entre ellos.

En este sentido, en el olivar, se están produciendo una serie de hallazgos que apuntan al depredador *Anthocoris nemoralis* como un eficaz enemigo natural de la generación antófaga del fitofago *Prays oleae*. *A. nemoralis*, además de estar presente en el olivar, es un importante agente de control biológico en otros cultivos perennes, principalmente en perales (Shaltiel & Coll 2004, Sigsgaard 2010) en los cuales se le asocia con el control biológico del género *Cacopsylla* (Scutareanu *et al.* 1999, Agustí *et al.* 2003). En el agroecosistema del olivar también existe el psílido llamado *Euphyllura olivina*, no obstante, la principal acción de *Anthocoris nemoralis* se podría estar llevando a cabo sobre la generación antófaga de *P. oleae* ya que ambas plagas coexisten en el tiempo.

El presente documento pretende aportar, a través de una revisión bibliográfica, información acerca de la biología de *A. nemoralis*, como le afectan las técnicas de control biológico por conservación anteriormente descritas y su posible comportamiento en el agroecosistema del olivar. De la misma forma, se indicarán las recomendaciones para evaluar su capacidad a la hora de establecer un control biológico por conservación contra la generación antófaga de *P. oleae*.

ANTHOCORIS NEMORALIS

Heteróptero perteneciente a la familia Anthocoridae, tiene una distribución principalmente europea, pasando por la cuenca mediterránea, incluidas las costas africanas, hasta la cuenca del Mar Negro, Islas Británicas y Península Escandinava. El adulto es un insecto con forma de chinche de 3-4 mm de coloración marrón sombreada (Fig. 1). Su aparato bucal es un rostro con forma de estilete, carácter típico del suborden heteróptera al que pertenece. A lo largo de su desarrollo pasa por 5 estadios ninfales, con una metamorfosis incompleta de desarrollo hemimetábolo. Las ninfas de primer estadio son de color amarillo claro, a medida que se producen las mudas van adquiriendo tonalidades marrones rojizas, más o menos oscuras. Los estadios ninfales carecen

de alas, y van desarrollando los esbozos alares durante su etapa inmadura, llegando a tener en el quinto estadio, unos esbozos alares bien definidos que al pasar al estadio adulto darán lugar a las alas (Pericart 1974). Realiza las puestas entre los tejidos vegetales (Sigsgaard 2005), posteriormente, en un periodo de 3 a 5 días salen las ninfas de los huevos (Horton *et al.* 2000). Tiene actividad por encima de los 10° C desde abril a septiembre (Simonsen *et al.* 2008, Mullois & Bravaccini 2009). Es un depredador polífago conocido en todo el mundo, con un amplio espectro de presas, entre las que se encuentran lepidópteros, trips, psílidos y áfidos principalmente (Meyling *et al.* 2003, Herad 1986, Unruh *et al.* 1995, Solomon *et al.* 2000). Está caracterizado por una alta eficiencia de búsqueda, un fuerte comportamiento agregativo y una rápida respuesta a cambios en la densidad de la presa (Brunner & Burts 1975, Hodgson & Aveling 1988), y es por estas características por lo que es utilizado en distintas estrategias de control biológico en diferentes cultivos.

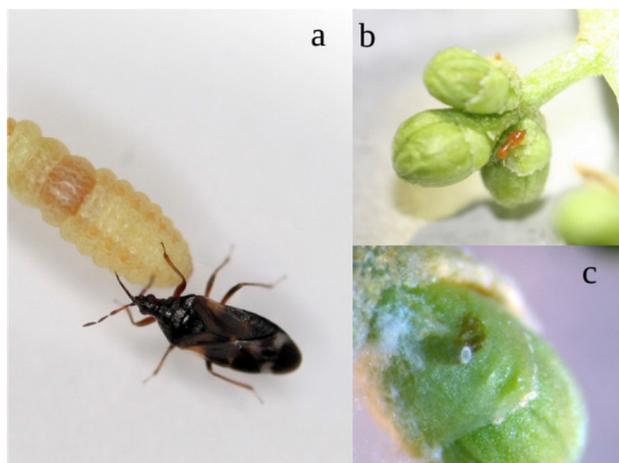


Figura 1. a) Adulto de *Anthocoris nemoralis* depredando a una larva; b) ninfa neonata de *A. nemoralis* sobre botón floral del olivo; c) puesta de *A. nemoralis* en el botón floral del olivo.

LAS PLAGAS DEL OLIVO

Muchos son los artrópodos que atacan al olivo, aunque no todos son igual de dañinos. Entre los que más destacan se encuentran la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) y la polilla del olivo (*Prays oleae*), los cuales están ampliamente distribuidos y pueden ocasionar grandes pérdidas a los agricultores. Menos dañinos pero con capacidad de causar importantes pérdidas de producción a escala local podemos encontrar a la cochinilla del olivo (*Saissetia oleae*) y a la psila o algondoncillo del olivo (*Euphyllura olivina*). Ésta última y *P. oleae* están situadas en el marco de las interacciones tróficas que *Anthocoris nemoralis* desarrolla en el agroecosistema del olivo. El daño causado por *P. oleae* puede reducir la producción en un 50-60%, lo cual equivale a 8-11 kg. por árbol

y año en olivares modernos (Ramos *et al.* 1998). Tiene tres generaciones: filófaga, antófaga y carpófaga. Las dos últimas son las más dañinas. Las larvas de la generación antófaga se alimentan de los botones florales, reduciendo drásticamente la formación potencial de fruto. La larva de la generación carpófaga se desarrolla dentro del hueso de la aceituna y causa la caída prematura del mismo, reduciendo así la productividad del cultivo. *Euphyllura olivina* es una plaga muy importante en el Norte de África (Jarraya 2004) y en países europeos mediterráneos está considerada como una plaga secundaria, pero se podría convertir en una seria amenaza en un contexto de cambio climático (Malumphy 2011). Las ninfas de este insecto atacan los brotes jóvenes y las inflorescencias, pudiendo causar en éstas daños de hasta el 70% (Jarraya 2004).

ANTHOCORIS NEMORALIS Y MANEJO DE HÁBITAT

Este insecto hiberna en los setos contiguos a las parcelas cultivadas (Horton *et al.* 2000, Shaltiel & Coll 2004), con la llegada de la primavera, esta población, migra hacia el campo de cultivo y depone los huevos de la siguiente generación (Sigsgaard 2010). En el olivar, *A. nemoralis* está influenciado por la vegetación natural adyacente pero no por una cubierta vegetal (Paredes *et al.* 2013b) debido a la baja atracción que siente por las plantas herbáceas (Pericart 1972). En concreto Paredes *et al.* (2013b) observaron un efecto positivo de grandes manchas de vegetación leñosa, compuestas principalmente por *Phyllirea angustifolia* L. y *Quercus rotundifolia* Lam., sobre la abundancia de este insecto. Además, en otro estudio llevado a cabo en el mismo grupo de investigación para establecer la influencia del manejo de hábitat en plagas del olivo, se observó consistencia entre la respuesta de la generación antófaga de *P. oleae* y la de *A. nemoralis* ante la presencia de determinadas infraestructuras ecológicas, principalmente las grandes manchas de vegetación leñosa (Paredes *et al.* 2013c).

A. nemoralis depende mucho de la vegetación que rodea al cultivo y un incremento de estas infraestructuras supondría un refuerzo de sus poblaciones, no obstante, todavía se desconoce mucho el pool de especies vegetales que podrían albergarlos en el agroecosistema del olivar ya que se puede encontrar en multitud de especies leñosas (Pericart 1972). De acuerdo con Horton y Lewis (2000), entre las posibles plantas que acogen a especies del género *Anthocoris* destacan especies del género *Quercus*, *Populus* o *Salix*. Por su parte, Shaltiel y Coll (2004) observaron que perales cercanos a la especie *Rhamnus alaternus* L. tenían una densidad menor de la psila del peral debida a una mayor abundancia de *Anthocoris nemoralis* en esas zonas, lo cual pone de manifiesto que el manejo de hábitat puede favorecer sus poblaciones y contribuir a disminuir la de las plagas.

ANTHOCORIS NEMORALIS Y ECOLOGÍA QUÍMICA

Determinadas investigaciones sugieren que individuos de este depredador entran en gran medida en plantaciones infestadas de plagas en respuesta a las sinomonas producidas por árboles infestados con psílid (Drukker *et al.* 1995, Scutareanu *et al.* 1997). Estas sinomonas son sustancias volátiles que actúan como señal para que determinados enemigos naturales localicen a estos insectos herbívoros (Karban & Baldwin 1997, Dicke & Baldwin 2010). Las sustancias que componen principalmente esta mezcla son el Salicilato de Metilo (MeSa), el Jasmonato de Metilo, el Cis-3-Acetato de Hexenilo y el Cis-Hexen-Jasmonato de Metilo (Paré & Tumlinson 1999, van den Boom *et al.* 2004). La efectividad de *A. nemoralis* para mitigar la infestación de psílid depende principalmente de la migración en número suficiente al principio de la temporada (Solomon *et al.* 2000). No obstante, esta dependencia podría verse reducida si se pudieran aplicar las mismas sustancias que desprenden los árboles en los momentos más adecuados para que la acción de los depredadores sobre las plagas sea óptima.

Estudios de laboratorio y de campo han demostrado la atracción de los enemigos naturales por estos volátiles y el potencial, de estas sustancias en el control de plagas ya que podrían reclutar a los insectos beneficiosos del paisaje al cultivo (Thaler 1999, James 2005, James & Grasswitz 2005, Zhu & Park 2005, Yu *et al.* 2008, Orre *et al.* 2010, Simpson *et al.* 2011). En el cultivo del olivo sólo se ha llevado a cabo un estudio preliminar acerca de las posibilidades de esta técnica en la lucha contra determinadas plagas del mismo. Batuecas *et al.* (2013) analizaron las posibles diferencias entre los volátiles emitidos por olivos infestados con el psílid *E. olivina* y aquellos que no lo estaban. Detectaron que una sustancia, Salicilato de Hexilo, predominaba en los árboles infestados con el psílid del olivo. Estas investigaciones pueden ser el primer paso para determinar la mezcla de sustancias volátiles que optimicen la respuesta de atracción de *A. nemoralis* hacia olivos. No obstante, la aplicación de estas sustancias pudiera no ser necesaria, debido a ciertas condiciones especiales de dinámica poblacionales que se dan en el olivar y que se explican a continuación.

ANTHOCORIS NEMORALIS Y OLIVAR

A. nemoralis está presente en el agroecosistema del olivar, donde después de desarrollar la primera generación en los setos cercanos al cultivo, migra hacia los olivos, donde depone en los botones florales dando así lugar a una segunda generación que se desarrolla en el olivo. Como se ha indicado, *A. nemoralis* podría verse atraído hacia olivos infestados por *E. olivina* debido a los volátiles que emitirían estos árboles. De esta forma, el depredador aumentaría su abundancia en las zonas de olivar en las

que la infestación del psílid sea alta y la densidad de vegetación natural adyacente también lo sea.

La idiosincrasia del olivar hace que *E. olivina* coexista con la generación antófaga de *P. oleae* ya que ambas plagas explotan el mismo recurso, los flores del olivo. Este periodo es en el que aparece *A. nemoralis* (Fig. 2). No obstante, la acción depredadora de *A. nemoralis* podría no sólo dirigirse hacia el psílid sino que también podría ejercer un control biológico sobre *P. oleae*. Esta hipótesis es sugerida como consecuencia de los resultados de nuestro grupo de investigación en los que se observa que *A. nemoralis* está asociado a una alta abundancia de *E. olivina* (respuesta agregativa) y a una baja abundancia de *P. oleae* (control biológico) (Paredes *et al.* 2015).

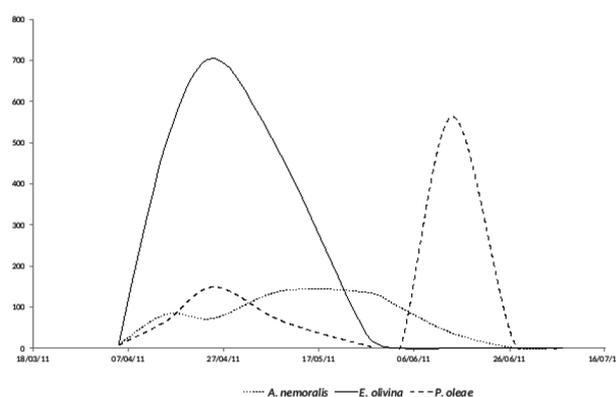


Figura 2. Distribución temporal de *Anthocoris nemoralis*, *Euphyllura olivina* y *Prays oleae* en el agroecosistema del olivo. Extracto de datos de los trabajos Paredes *et al.* 2013b y Paredes *et al.* 2013c.

Este hecho es de gran importancia ya que cuando los adultos de *A. nemoralis* llegan al árbol, dejan los huevos de la próxima generación, y debido a su pequeño tamaño, los neonatos no tienen más presa disponible que los huevos de *P. oleae*, por lo que incide sobre la misma reduciendo su abundancia. Como resultado de este proceso, *A. nemoralis* puede ser considerado como uno de los más efectivos agentes de control biológico de *P. oleae*. Estas hipótesis se refuerzan gracias a los hallazgos de Morris *et al.* (1999) en los que se muestran mediante técnicas serológicas la presencia de restos de *P. oleae* en el interior de sistemas digestivo de adultos de *A. nemoralis* capturados en el campo.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Aunque la presencia de *A. nemoralis* en el olivar es citada por varios autores, su acción sobre las plagas del cultivo es relativamente desconocida. Desde que Morris *et al.* (1999a) determinaron su incidencia sobre *P. oleae*, pocos han sido los trabajos que han tenido como objetivo a este insecto y sus interacciones en el agroecosistema del olivo. Sin embargo, investigaciones recientes (Paredes *et al.* 2013b, Paredes *et al.* 2013c, Batuecas *et al.* 2013) posicio-

nan a este insecto como una prometedora opción si en el olivar se quiere realizar un control biológico por conservación. Su rápida respuesta a cambios en la densidad de plagas, así como, la gran influencia que sobre él ejerce la vegetación cercana al cultivo le hacen un candidato idóneo para este tipo de programas. No obstante, trabajos, tanto de campo como de laboratorio, son necesarios en aras de aportar conocimiento acerca del comportamiento de este insecto en el agroecosistema del olivar. En este sentido, determinar las especies vegetales que mejor pudiesen albergarlos, su capacidad de depredación sobre las plagas, la viabilidad de realizar sueltas para controlar plagas o reforzar las poblaciones del depredador así como, analizar su respuesta ante estímulos volátiles, deberían ser líneas de investigación futuras capaces de corroborar las tendencias que se vienen observando.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado al amparo del Proyecto de Excelencia de la Junta de Andalucía P12-AGR-1419.

REFERENCIAS

- Agustí N, Unruh TR, Welter SC. 2003. Detecting *Cacopsylla pyricola* (Hemiptera: Psyllidae) in predator guts using COI mitochondrial analysis. *Bolletín of Entomological Research* 93: 179-185.
- Altieri MA, Letourneau DK. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection* 1: 405-430.
- Barbosa P. 1998. Conservation biological control. Londres: Academic press.
- Batuecas I, Paredes D, Nuñez R, Campos M. 2013. Análisis de la respuesta de *Anthocoris nemoralis* Fabricius (Hemiptera: Anthocoridae) a sustancias emitidas por olivos infestados con *Euphyllura olivina* Costa (Hemiptera: Psyllidae). *Actas del VIII Congreso Nacional de Entomología Aplicada*. Mataró.
- Brunner JF, Burts EC. 1975. Searching behaviour and growth rates of *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae) a predator of the pear psylla, *Psylla pyricola*. *Annals of the Entomological Society of America* 68: 311-315.
- DeBach P. 1964. Biological control of insect pests and weeds. Londres: Chapman and Hall.
- Denoth M, Frid L, Myers JH. 2002. Multiple agents in biological control: improving the odds? *Biological Control* 24: 20-30.
- Dicke M, Baldwin IT. 2010. The evolutionary context for herbivore-induced plant volatiles: beyond the "cry for help". *Trend in Plant Science* 15: 167-175.
- Drukker B, Scuatareanu P, Sabelis MW. 1995. Do anthocorid predators respond to synomones from *Psylla*-infested pear trees under field conditions? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 77: 193-203.
- Guzmán G, Foraster L, Sánchez JL. 2010. El olivar ecológico. Sevilla: Junta de Andalucía.
- Herard F. 1986. Annotated list of the entomophagous complex associated with pear psylla, *Psylla pyri* (L.) (Homoptera: Psyllidae) in France. *Agronomie* 6: 1-34.
- Hodgson C, Aveling C. 1988. Anthocoridae. In *Aphids their biology, natural enemies and control* (Minks AK, Harrewijn P, eds.). Amsterdam: Elsevier, pp.279-292.
- Horton DR, Lewis TM. 2000. Seasonal Distribution of *Anthocoris* spp. and *Deraecoris brevis* (Heteroptera: Anthocoridae, Miridae) in Orchard and Non-Orchard Habitats of Central Washington. *Annals of the Entomological Society of America* 93: 476-485.
- James DG. 2005. Further field evaluation of synthetic herbivore-induced plant volatile as attractants for beneficial insects. *Journal of Chemical Ecology* 31: 481-495.
- James DG, Grasswitz TR. 2005. Synthetic herbivore-induced plant volatiles increase field captures of parasitic wasps. *Biocontrol* 50: 871-880.
- Jarraya A. 2004. Principaux nuisibles des plantes Cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord. Leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts, leur contrôle. Túnez: Edition Climat Publication.
- Karban R, Baldwin IT. 1997. Induced Responses to Herbivory. Chicago: The University of Chicago.
- Khan ZR, James DG, Charles AO, Pickett JA. 2008. Chemical ecology and conservation biological control. *Biological Control* 45: 210-224.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review Entomology* 45, 175-201.
- Malumphy C. 2011. Olive psyllid *Euphyllura olivina* (Hemiptera: Psyllidae), a Mediterranean pest of olive breeding outdoors in Britain. *British Journal of Entomology and Natural History* 24: 17-21.
- Meehan TD, Werling, BP, Landis DA, Gratton C. 2011. Agricultural landscape simplification and insecticide use in the Midwestern United States. *Proceeding of the National Academy of Science U S A* 108: 11500-11505.
- Meyling VN, Enkegaard A, Brødsgaard H. 2003. Two *Anthocoris* bugs as predators of glasshouse aphids – voracity and prey preference. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 108: 59-70.
- Moonen AC, Bàrberi P. 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 127: 7-21.
- Morris TI, Campos M, Kidd NAC, Symondson WOC. 1999a. What is consuming *Prays oleae* (Bernard) (Lepidoptera: Yponomeutidae) and when: a serological solution? *Crop Protection* 18: 17-22.

- Morris TI, Symondson, WOC, Kidd NAC, Campos M. 1999b. Heterópteros depredadores presentes en el olivar y su incidencia sobre *P. oleae* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Fruticultura Internacional* 107: 32-41.
- Mullois L, Bravaccini JF. 2009. *Anthocoris nemoralis*, depredador natural de la Psila. *Horticultura Internacional* 68: 28-31.
- Orre GUS, Wratten SD, Jonsson M, Hale RJ. 2010. Effects of an herbivore-induced plant volatile on arthropods from three trophic levels in brassicas. *Biological Control* 53: 62-67.
- Paré PW, Tumlinson JH. 1999. Plant volatiles as a defense against insect herbivores. *Plant Physiology* 121: 325-331.
- Paredes D, Campos M, Cayuela L. 2013a. El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte. *Ecosistemas* 22(1): 56-61.
- Paredes D, Cayuela L, Campos M. 2013b. Synergistic effects of ground cover and adjacent vegetation on natural enemies of olive insect pests. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 173: 72-80.
- Paredes D, Cayuela L, Gurr GM, Campos M. 2013c. Effect of non-crop vegetation types on conservation biological control of pests in olive groves. *PeerJ* 1: e116.
- Paredes D, Cayuela L, Gurr GM, Campos M. 2015. Single best species or natural enemy assemblages? A correlational approach to investigating ecosystem function. *Biocontrol* 60: 37-45.
- Pajarón M. 2007. *El Olivar Ecológico. Aprender a observar el olivar y comprender sus procesos vivos para cuidarlo. Navarra: La Fertilidad de la Tierra.*
- Pericart J. 1972. *Anthocoridae, Cimicidae, Microphysidae de l'ovest-Paléartique. Paris: Masson et Cie Editeurs.*
- Ramos P, Campos M, Ramos JM. 1998. Long-term study on the evaluation of yield and economic losses caused by *Prays oleae* Bern in the olive crop of Granada (southern Spain). *Crop Protection* 17: 645-647.
- Scutareanu P, Drukker B, Bruin J, Posthumus MA, Sabelis MW. 1997. Volatiles from Psylla-Infested pear trees and their possible involvement in attraction of anthocorid predators. *Journal of Chemical Ecology* 23: 2241-2260.
- Scutareanu P, Lingeman R, Drukker B, Sabelis M. 1999. Cross-correlation analysis of fluctuation in local populations of pear psyllids and anthocorid bugs. *Ecological Entomology* 24: 354-362.
- Shaltiel L, Coll M. 2004. Reduction of pear psylla damage by the predatory bug *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae): The importance of orchard colonisation time and neighboring vegetation. *Biocontrol Science and Technology* 14: 811-821.
- Simonsen MLR, Enkegaard AC, Bang N, Sigsgaard L. 2008. Temperature effect on the predation rate of *Anthocoris nemorum* (Heteroptera: Anthocoridae) on cabbage aphids (Homoptera: Aphididae). *Journal of Applied Entomology* 133: 198-200.
- Solomon MG, Cross JV, Fitzgerald JD, Campbell CAM, Jolly RL, Olszak RW, Niemczyk E, Vogt H. 2000. Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe. *Predators. Biocontrol Science and Technology* 10: 91-128.
- Sigsgaard L. 2005. Oviposition preference of *Anthocoris nemoralis* and *A. nemorum* (Heteroptera: Anthocoridae) on pear leaves affected by leaf damage, honeydew and prey. *Biocontrol Science and Technology* 15: 139-151.
- Sigsgaard L. 2010. Habitat and prey preferences of the two predatory bugs *Anthocoris nemorum* (L.) and *A. nemoralis* (Fabricius) (Heteroptera: Anthocoridae). *Biological Control* 53: 46-54.
- Simpson M, Gurr GM, Simmons AT, Wratten SD, James DG, Leeson G, Nicol HI, Orre-Gordon GUS. 2011. Attract and reward: combining chemical ecology and habitat manipulation to enhance biological control in field crops. *Journal of Applied Ecology* 48: 580-590.
- Smith MW, Arnold DC, Eikenbary RD, Rice NR, Shiferaw A, Cheary BS, Carroll BL. 1996. Influence of ground cover on beneficial arthropods in pecan. *Biological Control* 6: 164-176.
- Straub CS, Finke DL, Snyder WE. 2008. Are the conservation of natural enemy biodiversity and biological control compatible goals? *Biological Control* 45: 225-237.
- Thaler JS. 1999. Jasmonate-inducible plant defences cause increased parasitism of herbivores. *Nature* 399: 686-688.
- Unruh TR, Westgard PH, Hagen KS. 1995. Pear Psylla, in *Biological Control in the Western United States* (Nechols JR, Andrés LA, Beardley JW, Goeden RD, Jackson CG, eds.). California: University of California Press, pp. 95-100.
- van den Boom CEM, Van Beek TA, Posthumus MA, De Groot A, Dicke M. 2004. Qualitative and quantitative variation among volatile profiles induced by *Tetranychus urticae* feeding on plants from various families. *Journal of Chemical Ecology* 30: 69-89.
- Yu H, Zhang Y, Wu K, Xi WG, Yu YG. 2008. Field testing of synthetic herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects. *Environmental Entomology* 37: 1410-1415.
- Zhu J, Park KC. 2005. Methyl-salicylate, a soybean aphid-induced plant volatile attractive to the predator *Coccinella septempunctata*. *Journal of Chemical Ecology* 31: 1733-1746.