



Foto 1. Huerto de pera en espaldera en la comarca del Altiplano de Murcia (JA Sanchez).

Especies de depredadores clave y estrategias de manejo para el control de la psila en huertos de pera del sureste de España

Juan Antonio Sanchez*, Elena López-Gallego, Michelangelo La Spina, María Ángeles Acosta Pradillos, María José Ramírez Soria, Aline Carrasco-Ortiz, Helena Ibáñez Martínez, Luis Gabriel Perera-Fernández, María Pérez-Marcos, David Cabanillas y Celia Sánchez Marín

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA). Equipo Control Biológico y Servicios Ecosistémicos.

*juana.sanchez23@carm.es

El control químico no es una estrategia sostenible para el control de plagas en peral por razones de índole económica, medioambiental y las exigencias de los consumidores, entre otras. No obstante, el control de psila en Europa todavía está basado en gran parte en el empleo de insecticidas. Las investigaciones llevadas a cabo en la Región de Murcia por el IMIDA han puesto de manifiesto que es posible realizar un control satisfactorio de la psila mediante el fomento del control biológico natural, conservando los enemigos naturales asociados a los huertos de pera con la reducción el uso de insecticidas (de Pedro y col., 2020, Sanchez y Ortín-Angulo, 2011; Sanchez y col., 2011; 2020a; 2020b; 2021a, 2021b).

El peral (*Pyrus communis* – Rosaceae) es uno de los cultivos frutales más importantes de la Unión Europea, con más de 113.000 ha dedicadas al cultivo de pera y una producción total anual de 2,08 millones de t en 2019 (EUROSTAT). España es el tercer productor europeo de esta fruta tras Italia y Países Bajos, con una producción anual de 330,67 mil t y una superficie total de 20.620 ha ocupadas por huertos de peral. Las principales plantaciones de peral en España se encuentran en Cataluña, Aragón, Extremadura y Murcia. La producción de la Región de Murcia se concentra en la comarca del Altiplano y representa tan solo el 8% de la producción nacional, pero tiene la

particularidad de aglutinar la mayor producción de la variedad ‘Ercolini’ de España (48%) y Europa (24%), y de gozar de la Denominación de Origen Pera de Jumilla¹.

La psila del peral, *Cacopsylla pyri*, es actualmente la principal plaga de los perales europeos. Los psílicos se alimentan del floema de la planta y pueden ser vectores de varios patógenos vegetales, como fitoplasmas y liberibacterias. Además, sus ninfas producen una gran cantidad de melaza que es colonizada por hongos saprófitos que provoca la negrilla y la deformación de los frutos. Los psílicos fueron considerados plagas secundarias del peral hasta la década

de 1960 y empezaron a convertirse en un problema para los productores europeos desde principios de la década de 1980. El problema de los psílicos pronto se asoció al uso intensivo de insecticidas, ya que los productores que utilizaban la gestión integrada de plagas, con una menor aplicación de productos químicos, apenas tenían problemas con la psila (Civolani, 2012).

Dinámica de poblaciones de plagas y enemigos naturales en huertos de pera con reducción de tratamientos insecticidas

Los primeros trabajos para determinar el papel de los enemigos naturales autóctonos en el control de plagas en los huertos de pera se iniciaron en 2007 y se llevaron a cabo en la Rambla del Judío (Jumilla) (Foto 1). Durante cuatro años se muestrearon dos huertos de aproximadamente 1 ha donde se redujeron al máximo los tratamientos insecticidas, evitando siempre el empleo de productos de amplio espectro de acción. Cuando fue estrictamente necesario, se aplicó aceite parafínico para la reducción de la densidad de psila o jabón potásico para lavar la melaza en frutos y reducir el riesgo de la aparición de negrilla. Durante los dos primeros años se realizaron entre dos o tres tratamientos con aceite y uno con jabón; en el tercer y cuarto año no se realizó ningún tratamiento insecticida y ocasionalmente se aplicó jabón localmente (Sanchez y Ortín-Ángulo, 2012). Los muestreos de plagas y enemigos naturales se realizaron semanalmente a lo largo de todos los años mediante la toma de 60 brotes de 20 cm por parcela. El procesado de brotes para el conteo de insectos y arañas se realizó bajo el microscopio estereoscópico en el laboratorio (Sanchez y Ortín-Ángulo, 2012).

Los fitófagos más abundantes en los huertos de pera a lo largo de los cuatro años del experimento fueron

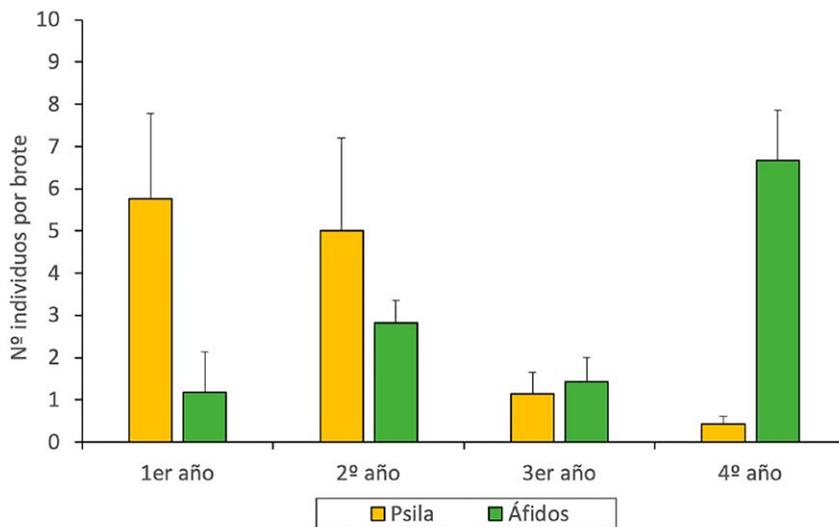


Figura 1. Abundancia media anual de psila y áfidos por brote en cuatro años de muestreo.

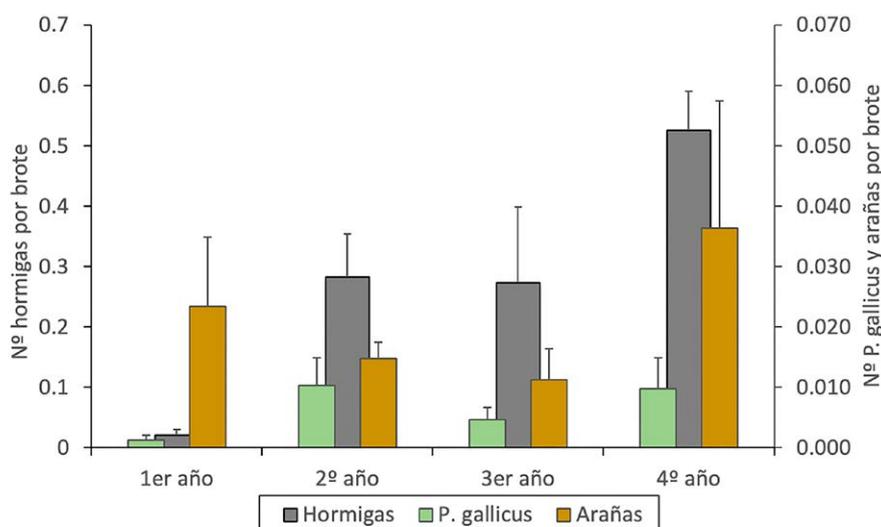


Figura 2. Abundancia media anual de hormigas, *Pilophorus gallicus* y arañas por brote en cuatro años de muestreo.

¹<https://camposdejumilla.com/denominacion-origen-prottegida-pera-jumilla/>

áfidos (*Aphis spiraecola*, *Aphis pomi* y *Aphis gossypii*) y la psila *C. pyri*, representando el 51% y el 48% de los especímenes observados en brotes, respectivamente. Ocasionalmente también se encontró piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*), tigre (*Monosteira unicastata*) y trips fitófagos (Thysanoptera). El número de psilas por brote fue alto en los dos primeros años, pero se redujo considerablemente en el tercero y cuarto año (Figura 1). En contraste, la abundancia de áfidos no varió mucho en los tres primeros años y aumentó considerablemente en el último año (Figura 1).

En cuanto a los depredadores, la especie dominante fue la hormiga *Lasius grandis* (Foto 2), que representó alrededor del 75%, seguido de arañas (11%) y del mírido depredador *Pilophorus gallicus* (10%) -Foto 3 (Figura 2) (de Pedro y col. 2020; Sanchez y Ortín-Ángulo 2012, Sanchez y col. 2020b, Ramírez-Soria y col., 2017). En menor número también se encontraron antocóridos (*Orius* spp. y *Anthocoris nemoralis* -2%) y crisopas (1%). Entre el primer

y el cuarto año se produjo un gran aumento de la abundancia de hormigas. La actividad de las hormigas en los perales estuvo muy ligada a la abundancia de áfidos (Sanchez y col., 2020b). El número de *P. gallicus* aumentó considerablemente entre el primer y segundo año, pero se mantuvo relativamente constante en los años siguientes. Las arañas fueron los depredadores más abundantes en el primer año, pero perdieron relevancia con el paso del tiempo en favor de las hormigas (Figura 2).

Efecto de la exclusión de hormigas e intensidad de tratamientos sobre la abundancia de psila y daños en frutos

Unos pocos años más adelante se realizaron los trabajos para establecer criterios objetivos para el manejo de la psila según umbrales de densidad, así como para esclarecer el papel de las hormigas en la dinámica poblacional de la psila mediante ensayos de exclusión. Estos ensayos se llevaron a cabo en un huerto de pera de unos 6.500 m² dividido en tres bloques. Cada bloque albergaba cinco parcelas con veinte árboles, que fueron sometidas a diferentes regímenes de tratamientos para el control de la psila. Los tratamientos se efectuaron entre el 12 de abril y

el 25 de julio: T1 (dos tratamientos con aceite de parafina-AP), T2 (tres tratamientos con AP), T3 (tres tratamientos con AP+Abamectina-A), T4 (6 tratamientos con AP+A) (Sanchez y col., 2020a; 2021a, 2021b). En las parcelas control no se efectuó ningún tratamiento fitosanitario. En diez árboles al azar de cada parcela se excluyeron las hormigas colocando en el tronco cinta de carroceros impregnada con pegamento para ratones diluido en un disolvente orgánico (Foto 4). Los muestreos de plagas y enemigos naturales se realizaron como se explicó en el apartado anterior (Sanchez y Ortín-Ángulo, 2011). La incidencia de negrilla en frutos se cuantificó procesando individualmente todos los frutos producidos por cada uno de los árboles. El valor del índice de negrilla para cada fruto se dio en función del porcentaje de la superficie (x) afectada: 0 (x=0), 1 (0 < x ≤ 1%), 2 (1 < x ≤ 5%), 3 (5 < x ≤ 10%), 4 (10 < x ≤ 25%), 5 (25 < x ≤ 50%) y 6 (50 < x ≤ 100%).

La abundancia de psila aumentó a medida que se redujo la intensidad de tratamientos. Las abundancias más elevadas se observaron en las parcelas control y las más bajas en las que se realizaron seis tratamientos con aceite de parafina y abamectina (Figura 3A, B). La exclusión de las hormigas provocó un aumento en la densidad de psila en todos los niveles de tratamientos (Figura 3A, B). La es-



Foto 2. Obrera de *Lasius grandis* cuidando de una ninfa de psila (JA Sanchez).



Foto 3. *Pilophorus gallicus* depredando un áfido (JA Sanchez).



Foto 4. Perales con y sin banda en el tronco para la exclusión de hormigas (JA Sanchez).

Feromonas de confusión sexual para el control de plagas en cultivos leñosos y hortícolas



Producto	Plagas	Cultivos
MISTER C	<i>Cydia pomonella</i>	Manzano, peral y nogal
MISTER C G	<i>Cydia pomonella</i> y <i>Grapholita molesta</i>	Manzano, peral y membrillero
MISTER C LR	<i>Cydia pomonella</i> <i>Adoxophyes orana</i> <i>Pandemis heparana</i>	Frutales de pepita
MISTER A	<i>Anarsia lineatella</i>	Melocotonero, nectarino, albaricoquero, ciruelo y almendro
 ISOMATE® C TT	<i>Cydia pomonella</i>	Manzano, membrillero, níspero, peral, nashi y níspero del japon
 ISONET® LR	<i>Adoxophyes orana</i>	Frutales de hueso, frutales de pepita y nogal
 ISOMATE® A/OFM	<i>Anarsia lineatella</i> y <i>Grapholita molesta</i>	Frutales de hueso y almendro
 ISOMATE® OFM ROSSO FLEX	<i>Grapholita molesta</i> y <i>Grapholita funebrana</i>	Melocotonero, nectarino, ciruelo y endrino
 ISONET® A TT	<i>Anarsia lineatella</i>	Ciruelo, nectarino, endrino melocotonero, almendro y cerezo
 ISONET® Z	<i>Zeuzera pyrina</i> y <i>Synanthedon tipuliformis</i>	Avellano, granado, grosellero, manzano, nogal, olivo y peral
 ISONET® T	<i>Tuta Absoluta</i>	Tomate, pimiento y berenjena (en invernadero)
 ISONET® ON	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Pimiento (en invernadero)



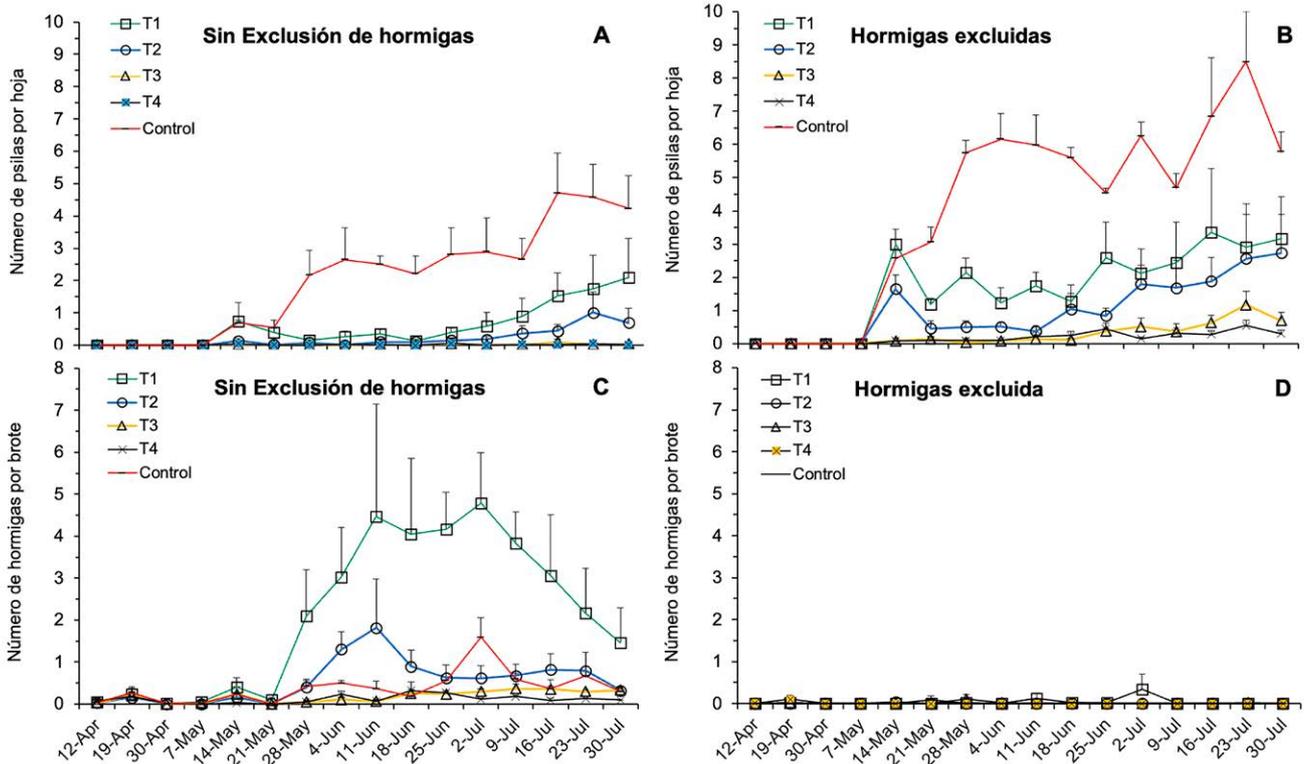


Figura 3. Dinámica poblacional de psila en perales sin (A) y con (B) exclusión de hormigas. C y D, actividad de hormigas en peral sin y con bandas pegajosas de exclusión en el tronco.

pecie dominante fue *L. grandis*, que representó el 96% de las hormigas observadas en brotes, y ocasionalmente se observó *Plagiolepis* sp. En las parcelas donde se colocaron las bandas adhesivas en los troncos de los árboles se consiguió una exclusión casi completa de las hormigas (Figura 3D).

En las parcelas sin exclusión, la mayor abundancia de hormigas se observó en las parcelas donde se realizaron dos o tres tratamientos con aceite de parafina, pese a que la abundancia de psila, y por lo tanto de melaza, en estas parcelas fue menor que en las parcelas control (Figura 3C) (Sanchez y col., 2020a, 2021a, 2021b). La menor abundancia de hormigas en las parcelas con mayor número de tratamientos pudo ser debida por un lado al efecto de los insecticidas y por otro a la menor disponibilidad de melaza. En contraste, el menor número de hormigas en las parcelas control pudo ser debido a la reducción del tráfico por la dificultad para moverse en árboles impregnados de melaza (Sanchez y col., 2020a, 2021a) (Foto 5).

de tratamientos insecticidas y la exclusión de las hormigas provocó un fuerte incremento en la incidencia de la negrilla en frutos (Figura 4). Cuando se excluyeron las hormigas la mayor incidencia de negrilla se registró en las parcelas control, y en las parcelas tratadas solo con aceite de parafina la incidencia fue más alta que en las tratadas con aceite y abamectina. En

cambio, cuando no se excluyeron las hormigas la incidencia de negrilla fue similar en las parcelas tratadas solo con aceite y con aceite+abamectina, y los menores índices de negrilla se registraron en las parcelas con tres tratamientos -T2 y T3 (Figura 4). El efecto de las hormigas sobre la reducción de la incidencia de la negrilla pudo ser debido por un lado a la re-



Foto 5. Aspecto de perales con y sin exclusión de hormigas de una parcela control. Nivel 5= control sin tratamientos (JA Sanchez).

La incidencia de negrilla en frutos aumentó con la reducción del número

ducción de las poblaciones de psila y por otro a la reducción de la melaza por el consumo de las hormigas (Sanchez y col., 2020a, 2021a, 2021b).

La abundancia de otros enemigos naturales como antocóridos, míridos depredadores, arañas o crisopas fue muy baja en comparación con la de las hormigas, por lo que la reducción de las poblaciones de psila se puede atribuir casi por completo al efecto de la hormiga *L. grandis* (Sanchez y col., 2020a).

Ensayos de depredación

En años sucesivos se llevaron a cabo ensayos de laboratorio para determinar las tasas de depredación diaria de la hormiga *L. grandis*, la araña *Cheiracanthium mildei* y el mírido depredador *P. gallicus* sobre la psila *C. pyri* y el áfido *A. gossypii*. Los ensayos se llevaron a cabo en cámaras climáticas en condiciones ambientales estándar (25°C, 75%HR). Las arenas consistieron en botes de plástico translucido de 2 litros donde se introducía un arbolito de pera de entre 15-20 cm de alto, en el que se colocaba la presa y posteriormente el depredador. En el caso de la psila, los ensayos de depredación se realizaron con huevos, ninfas de tercer estadio y adultos de manera independiente. En el caso del áfido se utilizaron ninfas. El número de psila (huevos, ninfas y adultos) y áfidos, ofrecido a hormigas y *P. gallicus* fue de 500, 15, 40 y 100 individuos, respectivamente. Para arañas solo se ensayaron ninfas

(N=20) y adultos de psila (N= 40), y áfidos (N= 40). Se realizaron entre 10-15 repeticiones para cada especie de depredador, presa y estadio de desarrollo. En el caso de las hormigas los botes se conectaron a hormigueros mediante tubos de plástico. En el caso de *P. gallicus* y arañas se introdujo una hembra por bote. El tiempo de exposición fue de 24 horas.

Todas las especies de depredadores ensayados presentaron diferentes tasas de depredación dependiendo de la especie de presa y del estadio de desarrollo de la misma (Figura 5). Las hormigas consumieron gran cantidad de huevos y, en menor medida, adultos de psila, pero no depredaron ni ninfas de psila ni áfidos. *Pilophorus gallicus* también consumió un gran número de huevos, así como un buen número de ninfas de psila y áfidos, pero no depredó adultos de psila. La araña *C. mildei* consumió un número ligeramente mayor de ninfas de psila y áfidos que *P. gallicus*, y fue la que más adultos de psila depredó (Figura 5).

Conclusiones sobre el manejo de enemigos naturales y plagas en peral

El peral en el Altiplano de la Región de Murcia alberga una comunidad de enemigos naturales con capacidad para regular las poblaciones de psila por debajo del umbral de daño (de Pedro y col., 2020, Sanchez y Ortín-Angulo, 2011; Sanchez y col., 2011; 2020a; 2020b; 2021a, 2021b). Los principa-

les enemigos naturales para el control de la psila son la hormiga *L. grandis*, el mírido *P. gallicus* y arañas. La hormiga es la especie clave por ser la más abundante y por establecer gran cantidad de interacciones con hemípteros productores de melaza (psila y áfidos) y con los demás depredadores (Sanchez y col., 2020b).

En los trabajos llevados a cabo desde 2007 hemos observado que la abundancia y actividad de las hormigas en peral depende del régimen de tratamientos insecticidas y de la abundancia de áfidos y psila. Por un lado, la abundancia de hormigas en huertos donde el control de plagas se realiza mediante insecticidas de amplio espectro la abundancia de hormigas es muy baja. Por otro, la actividad de las hormigas aumenta con la abundancia de áfidos y a densidades bajas de psila, pero se reduce cuando la densidad de psila es alta y hay acúmulo de melaza (Sanchez y col., 2020a; 2020b). Las hormigas depredan gran cantidad de huevos y de adultos de psila, por lo que es importante adoptar estrategias de manejo que favorezca su actividad en el peral. En primer lugar, es conveniente eliminar el uso de insecticidas de amplio espectro. En segundo lugar, no es conveniente hacer tratamientos para áfidos porque la presencia de áfidos estimula la actividad de las hormigas y con ello es posible que aumente la depredación sobre psila. Los áfidos no son un problema para el peral y sus poblaciones vienen controladas por depredadores como *P. gallicus* o arañas antes de que

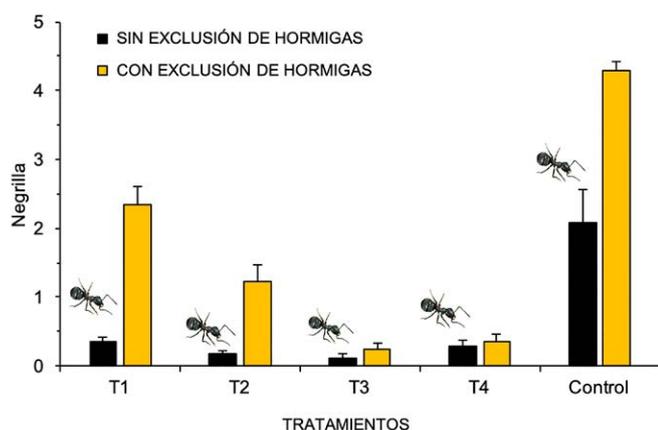


Figura 4. Incidencia de negrilla en frutos en parcelas con diferentes niveles de tratamientos para psila con y sin exclusión de hormigas.

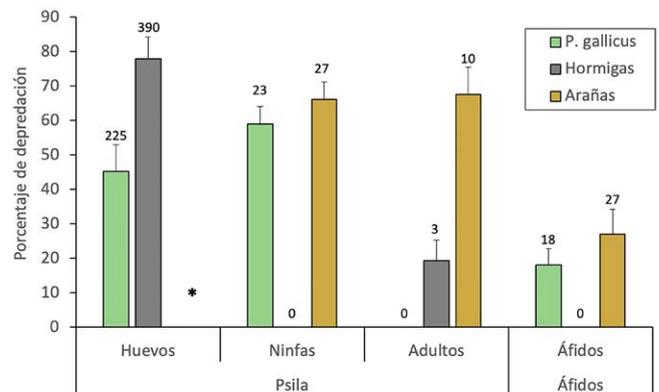


Figura 5. Porcentajes de depredación en diferentes estadios de desarrollo de psila (huevos, ninfas y adultos) y áfidos por parte de *P. gallicus*, hormigas y arañas. Las cifras encima de las columnas indican el número de individuos depredados en 24 h. (*) no se hizo para arañas.

provoquen daños al cultivo. En tercer lugar, hay que evitar la acumulación de melaza en los árboles mediante el lavado con jabón. Por un lado, la disminución de la melaza reduce el desarrollo de negrilla, por otro, estimula la actividad de las hormigas, lo que puede redundar en el incremento de las tasas de depredación de psila

y el consumo de melaza. Todas estas prácticas favorecen a su vez a otros enemigos naturales, cómo chinches depredadores o arañas, que también contribuyen a la regulación de las poblaciones de psila y otros fitófagos.

En los dos o tres primeros años de transición del control químico al con-

trol biológico las densidades de psila suelen ser altas, por lo que es necesario realizar un monitoreo muy frecuente de las parcelas, sobre todo en los meses de primavera, para determinar el estado del cultivo y aplicar las medidas necesarias de manera inmediata para evitar daños en frutos.

Abstract

Chemical control is not a sustainable strategy for pest control in pear orchards due to economic, environmental and consumer-demand reasons, among others. However, psylla control in Europe is still largely based on the use of insecticides. Research carried out in the Region of Murcia by IMIDA has shown that successful psylla control can be achieved by promoting natural biological control, conserving natural enemies associated with pear orchards and reducing the use of insecticides (de Pedro y col., 2020, Sanchez and Ortín-Angulo, 2011; Sanchez y col., 2011; 2020a; 2020b; 2021a, 2021b).

Agradecimientos

Antonio García y Pepe Verdú por poner a disposición los huertos de pera para realizar los trabajos. La investigación fue financiada por las Consejerías de Educación y Cultura, y la de Empresa e Investigación -Región de Murcia-, la Denominación de Origen Pera de Jumilla, INIA (RTA2010-00061-00-00), la Agencia Estatal de Investigación (DIWERTIDS -PID2021-126260OR-I00; DREAM - PCI2022-132956) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Luis Gabriel Perera-Fernández (PRE2019-090161) y David Cabanillas (PRE2020-096534) disfrutaron de contratos predoctorales financiados por la Agencia Estatal de Investigación y el Fondo Social Europeo.

Bibliografía

- ! Civolani, S. 2012. The past and present of pear protection against the pear psylla, *Cacopsylla pyri* L., ed. by Perveen F, Insecticides - Pest Engineering, IntechOpen, Rijeka, pp. 385–408.
- de Pedro, L., Ortín-Ângulo, M.C., Miñano, J., López-Gallego, E., Sanchez, J.A. 2020. Structure of the assemblages of spiders in mediterranean pear orchards and the effect of intensity of spraying. *Insects*, 11: 1–16.
- EUROSTAT. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (consultado el 20 de febrero de 2020).
- Ramírez-Soria, M.J., López-Gallego, E., La Spina, M., Sanchez, J.A. 2017. Population dynamics and seasonal variation in the embryonic dormancy of *Pilophorus gallicus* (Hemiptera: Miridae): "Don't put all your eggs in one basket". *Agricultural and Forest Entomology*, 20 (2): 191 - 200.
- Sanchez, J.A. and Ortín-Angulo, M.C. 2011. Sampling of *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae) and *Pilophorus gallicus* (Hemiptera: Miridae) in Pear Orchards. *Journal Economic Entomology*. 104: 1742–1751.
- Sanchez, J.A., Ortín-Ângulo, M.C., Acosta, M.A., López, E., La Spina, M, Carrasco A. 2011. Estrategias para el control biológico de la psila del peral (*Cacopsylla pyri*) mediante enemigos naturales autóctonos en la Región de Murcia. *Phytoma-España* 229, 50 - 54.
- Sanchez, J.A. and Ortín-Angulo, M.C. 2012. Abundance and population dynamics of *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae) and its potential natural enemies in pear orchards in southern Spain. *Crop Protection*, 32: 24–29.
- Sanchez, J.A., Carrasco-Ortiz, A., López-Gallego, E., La Spina, M.A. 2020a. Ants (Hymenoptera: Formicidae) reduce the density of *Cacopsylla pyri* (LINNAEUS, 1761) in Mediterranean pear orchards. *Myrmecological News*, 30: 93–102.
- Sanchez, J.A., López-Gallego, E., La Spina, M. 2020b. The impact of ant mutualistic and antagonistic interactions on the population dynamics of sap-sucking hemipterans in pear orchards. *Pest Management Science*, 76: 1422–1434.
- Sanchez, J.A., Carrasco-Ortiz, A., López-Gallego, E., Ramírez-Soria, M.J., and La Spina, M. 2021a. Ants reduce fruit damage caused by psyllids in Mediterranean pear orchards. *Pest Management Science*, 77: 1886–1892.
- Sanchez, J.A., Carrasco-Ortiz, A., López-Gallego, E., Ramírez-Soria, M.J., La Spina, M. Ortin-Angulo, M.C., Ibáñez-Martínez H. 2021b. Density thresholds and the incorporation of biocontrol into decision-making to enhance the control of *Cacopsylla pyri* in pear (cv. Ercolini) orchards. *Pest Management Science*, 78: 116 - 125.