



Figura 1., Adulto de *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) que se alimenta del néctar de *Salvia verbenaca* (Lamiaceae) en los tratamientos con cubierta vegetal sembrada (a), se pueden observar larvas alimentándose sobre *Aphis spiraecola* en la copa de los cítricos (b).

## Aumento de la abundancia y diversidad de enemigos naturales en cítricos mediante el manejo de cubiertas vegetales

La producción de cítricos está afectada por un amplio rango de especies plaga, muchas de las cuales están reguladas por sus enemigos naturales. Sin embargo, para el control efectivo de algunas plagas todavía se requiere la aplicación de insecticidas. Para apoyar la intensificación sostenible y una menor dependencia de los insecticidas, este estudio tiene como fin determinar si las cubiertas vegetales basadas en plantas herbáceas perennes y nativas pueden aumentar la abundancia y diversidad funcional de enemigos naturales con el fin de mejorar el control de plagas en cítricos. Esta aproximación, denominada Control Biológico por Conservación (CBC), se ha utilizado de manera efectiva en otros cultivos, incluyendo árboles frutales, cereales y olivos, pero no se ha probado en los cítricos mediterráneos.

En cuatro parcelas de naranja del grupo Navel localizados en Huelva, se establecieron cuatro bloques repetidos para evaluar tres cubiertas vegetales: 1) un tratamiento control, donde el suelo se gestionó de manera convencional, 2) un hábitat de CBC, donde se sembró una mezcla de semillas entre filas de árboles que se mantuvo sin segar, y 3) un hábitat de CBC, donde la misma mezcla de semillas se segó dos veces al año en los momentos que coinciden con la incidencia prevista de plagas. Desde mayo de 2017 hasta octubre de 2019 se tomaron muestras de enemigos naturales tanto de las copas de los cítricos como de las cubiertas vegetales, utilizando un aspirador y una red de barrido respectivamente. Los resultados de este trabajo indican que la gestión de la cubierta vegetal afecta a la comunidad de enemigos naturales, tanto de depredadores como de parasitoides, en la copa de los cítricos. En general, la abundancia de depredadores fue mayor en los bloques con cubierta sembrada y no segada, mientras que los parasitoides aumentaron sus poblaciones en las dos cubiertas sembradas, segadas y sin segar. Actualmente, se está trabajando para determinar si este aumento del número de enemigos naturales se traduce en un aumento del control de las poblaciones plaga.

**A. Mockford**<sup>1,2</sup>,  
**A. Urbaneja**<sup>2</sup>, **A. Tena**<sup>2</sup>,  
**K. Ashbrook**<sup>1</sup>,  
**D. B. Westbury**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Science and the Environment, University of Worcester, Worcester WR2 6AJ, UK

<sup>2</sup> Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Centro de Protección Vegetal y Biotecnología. Moncada, Valencia



España es uno de los principales países productores de cítricos. En 2015 se exportaron 3,6 millones de toneladas, de las cuales el 44% fueron naranjas dulces (*Citrus sinensis*) (FAO, 2016). Los cítricos españoles tienen numerosas especies de artrópodos fitófagos que pueden alcanzar el nivel de plaga. Muchas de estas especies plagas han sido controladas mediante la liberación de enemigos naturales exóticos en programas de control biológico clásico (Jacas y Urbaneja, 2010). Sin embargo, hay especies de plagas que escapan a este tipo de control, por lo que es necesario desarrollar otras estrategias de control, incluido el control químico con los problemas que éste conlleva (Jacas y Urbaneja, 2010; Urbaneja y col., 2015).

Tradicionalmente, se ha considerado que la agricultura y la conservación de la biodiversidad tienen objetivos opuestos (MacFadyen y col., 2012): los grandes monocultivos que requieren gran cantidad de aplicaciones fitosanitarias conducen a pérdidas de biodiversidad en las tierras de cultivo (Evenson y Gollin, 2004; Phalan y col., 2011). Esta pérdida de biodiversidad dentro de los paisajes agrícolas ha llevado a la reducción de funciones clave en la regulación de los ecosistemas de las que depende la producción de los cultivos (Tschirntke y col., 2005). Sin embargo, en los últimos años ha aumentado el interés por analizar la función que tiene la conservación de la biodiversidad en los paisajes agrícolas y así proporcionar servicios esenciales para los ecosistemas, tales como: polinización mediada por artrópodos, regulación de las plagas y el ciclo de nutrientes (Garibaldi y col., 2017).

El objetivo del Control Biológico por Conservación (CBC) es mejorar los servicios de regulación de las plagas a través de la manipulación del paisaje y de las prácticas agrícolas. El aprovisionamiento de refugios, fuentes de carbohidratos, huéspedes y presas alternativas ayudan a aumentar la biodiversidad y el número de enemigos naturales. Entre los carbohidratos, el polen y néctar de las flores mejoran el estado nutricional de los enemigos naturales, lo que conlleva un aumento de su capacidad de re-



Figura 2., Los tres tratamientos investigados, a) Control: vegetación no sembrada entre filas de naranjos, gestionado de acuerdo con la práctica estándar, b) Hábitat CBC gestionado convencionalmente, sin segar, y c) Hábitat CBC gestionado activamente, segado dos veces al año.

gulación de las plagas (Gurr y col., 2017). Por lo tanto, existe una base importante para desarrollar y adoptar estas estrategias, que ofrecen un servicio económicamente valioso a

la agricultura al mismo tiempo que apoyan su crecimiento sostenible (Orr y Lahiri, 2014).

Estudios anteriores han demostrado el potencial que tienen las cubiertas

vegetales basadas en la vegetación residente o en especies de gramíneas sembradas en la citricultura española para la gestión de los áfidos (Hemiptera: Aphididae) (Gómez-Marco y col., 2015), ácaros (Acari) (Aguilar-Fenollosa 2011a & b) y la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) (Monzó y col., 2009). Sin embargo, hasta la fecha, la estrategia de diseñar una mezcla de semillas que contenga especies de plantas nativas y perennes no se ha investigado en cítricos.

En este estudio, se investiga si la cubierta vegetal basada en plantas nativas y perennes puede aumentar la abundancia y diversidad de enemigos naturales y mejorar la gestión de plagas en los cítricos españoles. Las tres estrategias de gestión investigadas fueron: i) cubierta vegetal con vegetación residente (no sembrada) gestionada de acuerdo con la práctica estándar (Figura 2a), ii) cubierta vegetal sembrada y segada solo en febrero (Figura 2b), y iii) cubierta vegetal sembrada y segada tres veces al año (Figura 2c). Los tres tratamientos se evaluaron en cuatro parcelas de naranja de la provincia de Huelva durante dos años consecutivos.

Para identificar y cuantificar los depredadores y parasitoides se utilizaron: i) mangas entomológicas en la cubierta vegetal (Harper y col., 1993, Horton y col., 2003; Evans, 2004); y ii) un aspirador modificado (Stihl BG 86 C-E) para la copa de los cítricos (Tena y col., 2008). Los artrópodos se transportaron al laboratorio y se almacenaron congelados hasta su identificación bajo microscopía.

Para analizar las diferencias en la abundancia de enemigos naturales entre los distintos tratamientos experimentales, hemos utilizado Modelos Lineales Generalizados Mixtos (GLMM) para ambos depredadores y parasitoides, con tratamiento experimental como efecto fijo y parcela y fila como efecto aleatorio. Por último, estos modelos se compararon con sus modelos nulos (para los insectos depredadores  $\chi^2_2=6,0645$ ,  $p=0,01691$ , y para los parasitoides  $\chi^2_2= 33,791$ ,  $p<0,001$ ). Los resultados preliminares revelan que la

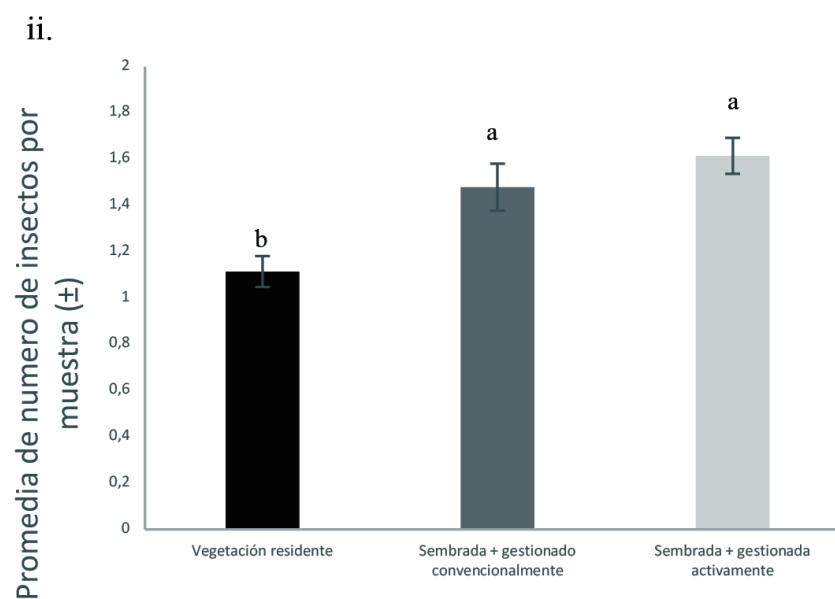
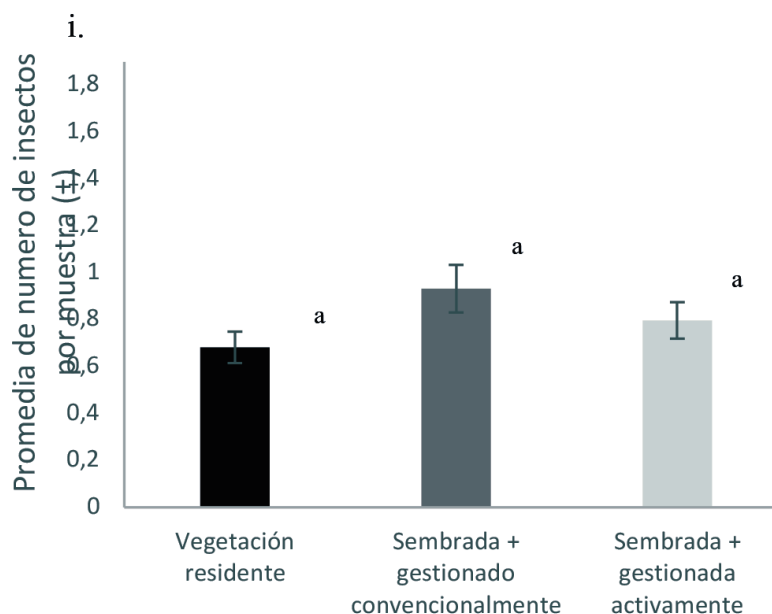


Figura 3. Abundancia de enemigos naturales en la copa del naranjo en los tres tratamientos experimentales: 1. Control con vegetación residente, 2. Hábitat de CBC sembrada sin segar, y 3. Hábitat CBC sembrada con dos segadas cada año.

abundancia de los insectos depredadores en el tratamiento con hábitat de CBC gestionado convencionalmente aumentó en comparación con el control, aunque no se encontraron diferencias significativas (Figura 3). Sin embargo, los parasitoides fueron más abundantes en los dos tratamientos con hábitat de CBC sembrado, tanto en el segado como en el no segado ( $p<0,05$  y  $p<0,005$ , respectivamente).

Estos resultados muestran por primera vez que el desarrollo de un hábitat diseñado para potenciar el CBC puede aumentar la presencia de enemigos naturales en la copa de los naranjos. Además, la gestión de la cubierta puede influir aún más en la dinámica de estas poblaciones. El siguiente paso será demostrar si este mayor aumento en la población de enemigos naturales se traduce en una mejora del control de las plagas.



## Bibliografía

- ! Aguilar-Fenollosa, E., Ibáñez-Gual, M. V., Pascual-Ruiz, S., Hurtado, M. y Jacas, J.A. (2011a). Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (I): Bottom-up regulation mechanisms. *Biological Control* 59:158–170.
- Aguilar-Fenollosa, E., Ibáñez-Gual, M.V., Pascual-Ruiz, S., Hurtado, M. y Jacas, J. A. (2011b). Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (II): Top-down regulation mechanisms. *Biological Control*, 59: 171–179.
- Evans, E. W. (2004). Habitat displacement of North American ladybirds by an introduced species. *Ecology*, 85:637-647.
- Evenson, R.E. y Gollin, D. (2003). Assessing the impact of the green revolution, 1960 to 2000. *Science* 300: 758–762
- FAO (2016). Citrus Fruit - Fresh and Processed Statistical Bulletin
- Garibaldi, L.A., Gemmill-Herren, B., D'Annolfo, R., Graeub, B.E., Cunningham, S.A. y Breeze, T.D. (2017) Farming Approaches for Greater Biodiversity, Livelihoods, and Food Security. *Trends in Ecology and Evolution* 32: 1–13.
- 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: 210–219.
- Harper, A. M., Schaber, B. D., Entz, T., y Story, T. P. (1993). Assessment of sweep net and suction sampling for evaluating pest insect populations in hay alfalfa. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 90: 66–76.
- Horton, D. R., Broers, D. A., Lewis, R. R., Granatstein, D., Zack, R. S., Unruh, T. R., Moldenke, A. R. y Brown, J. J. (2003). Effects of mowing frequency on densities of natural enemies in three Pacific Northwest pear orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 106: 135–145.
- Jacas, J.A. y Urbaneja, A. (2010). 'Biological Control in Citrus in Spain: From Classical to Conservation Biological Control', En: Ciancio, A., Mukerji, K.G. (eds.), Integrated Management of Arthropod Pests and Insect Borne Diseases, Integrated Management of Plant Pests and Diseases 5, pp 61-72
- Landis, D., Wratten, G. y Gurr, G. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture, *Annual Review of Entomology*, 45: 175-201.
- MacFadyen, S., Cunningham, S.A., Costamagna, A.C. y Schellhorn, N.A. (2012). Managing ecosystem services and biodiversity conservation in agricultural landscapes: Are the solutions the same? *Journal of Applied Ecology* 49: 690–694.
- Monzó, C.; Mollà, Ó., Castañera, P. y Urbaneja, A. (2009). Activity-density of *Pardosa cribata* in Spanish citrus orchards and its predatory capacity on *Ceratitis capitata* and *Myzus persicae*. *BioControl* 54: 393-402.
- Orr, D. y Lahiri, S. (2014). Biological Control of Insect Pests in Crops. En: Abrol, D. P. (ed.) Integrated Pest Management. London: Elsevier Inc., pp. 531–548.
- Phalan, B., Onial, M., Balmford, A. y Green, R.E. (2011). Reconciling food production and biodiversity conservation: Land sharing and land sparing compared. *Science* 333: 1289–1291.
- Tena, A., Soto, A. y García-Marí, F. (2008). Parasitoid complex of black scale *Saissetia oleae* on citrus and olives: Parasitoid species composition and seasonal trend. *BioControl* 53: 473–487.
- Tscharntke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. y Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - Ecosystem service management. *Ecology Letters* 8: 857–874.
- Urbaneja, A., Tena, A., Jacas, J.A. y Monzó, C. (2015). IPM in Spanish Citrus: Current Status of Biological Control. *Acta Horticulturae* 1065:1075–1082.