

La madurez de las cubiertas vegetales aumenta la presencia de enemigos naturales y la resiliencia de la red trófica de la copa del olivo

H. A. Álvarez^{1,*,#}, M. Morente^{1,#}, M. Campos², F. Ruano¹

(1) Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. Granada, España.

(2) Departamento de Protección Ambiental. Estación Experimental del Zaidín, CSIC. Granada, España.

* Autor de correspondencia: H.A. Álvarez [hugoalvarez01@correo.ugr.es / hugoalvarez01@gmail.com]

Primer autor.

> Recibido el 27 de mayo de 2019 - Aceptado el 08 de octubre de 2019

Álvarez, H.A., Morente, M., Campos, M., Ruano, F. 2019. La madurez de las cubiertas vegetales aumenta la presencia de enemigos naturales y la resiliencia de la red trófica de la copa del olivo. *Ecosistemas* 28(3):92-106. Doi.: 10.7818/ECOS.1779

La calidad de un hábitat está en relación con su tiempo de vida (edad) y las perturbaciones a las que ha sido expuesto. Los enemigos naturales y sus interacciones en las cadenas tróficas se pueden ver afectadas por la madurez de los sistemas que habitan. En el olivar se han evidenciado los efectos positivos que tiene la presencia de las cubiertas vegetales y la vegetación adyacente sobre los enemigos naturales, pero no se han tomado en cuenta los efectos que pueda tener la calidad de dichos hábitats. En el presente trabajo se evaluaron los efectos de la madurez en la cubierta vegetal sobre la comunidad de artrópodos, en especial los enemigos naturales, presentes en la copa del olivo. Los muestreos fueron realizados en el mismo olivar ecológico en dos periodos de tiempo separados por más de 10 años. Las diferencias en la riqueza y abundancia de artrópodos en la copa del olivo, así como sus interrelaciones con la cubierta vegetal y la vegetación adyacente fueron analizadas a partir de la construcción de redes tróficas. Los resultados sugieren que el establecimiento y maduración de la cubierta vegetal en el olivar afecta a la estructura y complejidad de la red trófica de la copa del olivo. El número de taxones de parasitoides, omnívoros y herbívoros no cambia drásticamente, mientras que hay un aumento importante de depredadores entre los dos periodos, lo que produce un crecimiento paralelo en la vulnerabilidad de los herbívoros. En esencia, el número de taxones de depredadores cambia a más del doble manteniendo la misma proporción de número de presas por taxón. Nuestro análisis sugiere que una cubierta vegetal madura provee a la red trófica del olivo de nuevos taxones eficientes para el control biológico de plagas.

Palabras clave: control biológico por conservación; gremios tróficos; hábitats semi-naturales

Álvarez, H.A., Morente, M., Campos, M., Ruano, F. 2019. Maturity of ground covers increases the resilience and presence of natural enemies in the trophic network of olive canopy. *Ecosistemas* 28(3):92-106. Doi.: 10.7818/ECOS.1779

The quality of a habitat is related to its lifetime (age) and the disturbances to which it has been exposed. Natural enemies and their interactions in trophic networks can be affected by the maturity of the systems they inhabit. The positive effects of ground covers and adjacent vegetation on natural enemies have been demonstrated in olive groves; however, the effect of the quality of such habitats has been largely neglected. In the present study, we assessed the effects of maturity of ground covers on the arthropod community of the olive canopy, specially the natural enemies. Sampling was made in an organic olive orchard at two periods of time separated by more than 10 years. We analyzed the differences in abundance and richness of arthropods in the olive canopy and their interactions with ground cover and adjacent vegetation using trophic networks. Our results suggest that the establishment and maturity of the ground cover inside the olive orchard affected the structure and complexity of the trophic network. The taxa of herbivores, omnivores, and parasitoids did not change drastically while there was an increase in predator taxa between both periods, which subsequently produced an increase in the vulnerability of herbivores. In essence, the taxa of predators increased twice their number maintaining the same proportion of preys per taxon. According to our analysis, a mature ground cover could provide the trophic network of the olive trees with new efficient taxa to enhance the biological control of pests.

Key words: conservation biological control; semi-natural habitats; trophic guilds

Introducción

El olivar es uno de los cultivos perennes de mayor importancia en la región mediterránea, siendo España el primer productor a nivel mundial (FAO 2017). En la Unión Europea, diferentes políticas están siendo implementadas con el objetivo de restaurar y conservar la vegetación (natural) adyacente y/o los hábitats semi-naturales, junto con el establecimiento y mantenimiento de cubiertas vegetales en diversos cultivos (Malavolta y Perdakis 2018).

Recientemente, en el olivar se han evidenciado los efectos positivos que tiene la presencia de las cubiertas vegetales y la vegetación adyacente sobre la abundancia de enemigos naturales, como arácnidos, parasitoides e insectos depredadores (Ruano et al. 2004; Torres 2006; Rodríguez et al. 2012; Paredes et al. 2013a; Villa et al. 2016a; Álvarez et al. 2018; Morente et al. 2018; Álvarez et al. 2019). La sinergia entre vegetación adyacente y cubierta vegetal juega un papel importante en el olivar (Álvarez et al. 2019), estableciendo qué tipo de enemigos naturales pueden encontrarse

sobre la copa de los olivos (Paredes et al. 2013a; 2013b). Aunque algunos estudios sugieren que las cubiertas vegetales no son por sí solas una herramienta efectiva para promover el control biológico y disminuir así la abundancia de las plagas del olivo (Paredes et al. 2013b; 2015a). No obstante, la estructura y complejidad del paisaje junto con el manejo del agroecosistema, afectan la abundancia de diversas plagas en el olivo (Rodríguez et al. 2009; Boccaccio y Petacchi 2009; Ortega y Pascual 2014; Villa et al. 2016a; 2016b; Morente et al. 2018; Paredes et al. 2019; Álvarez et al. 2019), lo que podría estar enmascarando los beneficios que genera una cubierta vegetal dentro del olivar.

La abundancia y riqueza de enemigos naturales en un agroecosistema depende de múltiples factores (Rusch et al. 2010) que están relacionados con la estructura y complejidad del paisaje (Rand et al. 2006; Rusch et al. 2010; Tschamtket et al. 2012; 2016; Landis 2017). Bianchi et al. (2006) han propuesto que paisajes complejos con una proporción alta de parches de hábitats semi-naturales (por ejemplo, bosques o matorrales) con poca fragmentación promueven y aumentan la abundancia de enemigos naturales dentro de un cultivo, reduciendo las poblaciones de plagas. Esta perspectiva se basa en el hecho de que algunos enemigos naturales requieren de hábitats semi-naturales para el desarrollo de uno o varios de sus estadios de vida (Rusch et al. 2010). Así, la cantidad, calidad y/o estructura de dichos hábitats producirá efectos positivos o negativos sobre los enemigos naturales dentro del agroecosistema (Bianchi et al. 2006; Tschamtket et al. 2012; 2016).

La calidad de un hábitat está en relación con su tiempo de vida (edad) y las perturbaciones a las que ha sido expuesto, lo que se ve reflejado en la biodiversidad que lo conforma (abundancia y riqueza de especies e interacciones ecológicas) (Colwell et al. 2004; Laurance et al. 2002; Laurance 2007; Tschamtket et al. 2012; Álvarez et al. 2016; 2017). La vegetación adyacente y las cubiertas vegetales junto con los propios cultivos siguen esta premisa. Así, las comunidades de enemigos naturales y sus interacciones en la cadena trófica se pueden ver afectadas por la madurez de los sistemas que habitan; una comunidad ecológica en un sistema en fase de transición/colonización tiende a ser diferente en comparación con una comunidad en un sistema bien establecido (Prach y Walker

2011; Balmford et al. 2012; Karp et al. 2018). Dicho proceso se ve ejemplificado entre agroecosistemas con cultivos anuales y perennes, por ejemplo, en sistemas anuales la comunidad de artrópodos no puede establecerse y tiende a movilizarse y recolonizar distintos cultivos en periodos de tiempos muy cortos, lo que no sucede en los cultivos perennes (Altieri et al. 1991; Perdakis et al. 2011). En sistemas perennes los enemigos naturales pueden establecerse y prosperar con mayor facilidad (Rusch et al. 2010). Esto se podría extrapolar al mantenimiento de la cubierta vegetal; en esencia, una cubierta vegetal joven y recién establecida no aportaría a la copa de los olivos la misma cantidad o tipo de enemigos naturales que una cubierta madura.

Por tal motivo, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar los efectos de la madurez de la cubierta vegetal sobre los enemigos naturales y la comunidad de artrópodos presentes en la copa del olivo. Particularmente, se investigaron: (1) las diferencias en la riqueza y abundancia de artrópodos de la copa del olivo, a partir de la construcción de redes tróficas al inicio y al final de un periodo de 12 años y (2) las interrelaciones que tienen los artrópodos de la copa del olivo con la cubierta vegetal, así como con la vegetación adyacente. El presente estudio se basa en la teoría de redes tróficas (Strogatz 2001), debido a que es considerada la mejor forma de estudiar los procesos ecológicos que involucran los roles de las especies y la influencia de la biodiversidad sobre la función ecosistémica (Thompson et al. 2012) y que ha mostrado resultados prometedores en el estudio del olivar (Morente et al. 2018).

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en los años 2003 y 2015 en un olivar ecológico de regadío situado a las faldas de una colina ocupada por vegetación natural, donde dominan encinas, almendros, tomillares, jaras y aulagas. La finca se encuentra ubicada en la localidad de Deifontes (37°19'N; 3°34'W), provincia de Granada, España (Fig. 1). Las condiciones climáticas en la región fueron: en 2003, 16.7 °C temperatura media anual (33.8 °C media máxima y 15.8 °C media mínima en junio) y 384.8 mm precipitación media anual; y en 2015, 16.2 °C temperatura media anual (33.0 °C media máxima

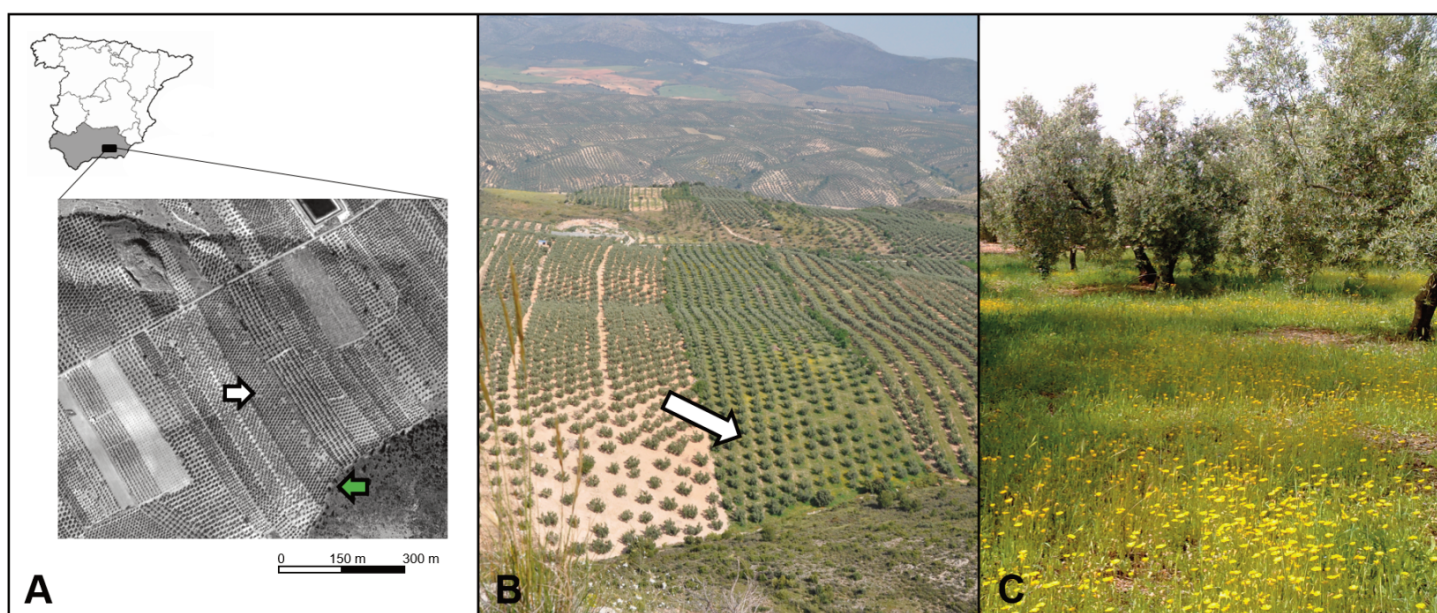


Figura 1. Olivar ecológico (finca experimental). Deifontes, provincia de Granada, Andalucía, España (A); la flecha blanca indica la finca ecológica y la flecha verde el margen con la vegetación (natural espontánea) adyacente (sistema semi-natural). Panorámica del valle y la finca ecológica (B); la flecha blanca indica la finca ecológica. Aspecto de la cubierta vegetal dentro de la finca (C).

Figure 1. Organic olive orchard (experimental orchard). Deifontes, province of Granada, Andalusia, Spain (A); white arrow indicates the place of the organic orchard and green arrow indicates the margin aside (spontaneous-natural) adjacent vegetation (semi-natural system). Panoramic view of the ecological orchard in the valley (B); white arrow indicates the ecological orchard. View of the ground cover within the orchard (C).

y 13.3 °C media mínima en junio) y 245.63 mm precipitación media anual. Los olivos utilizados son de la variedad Picual, con una edad aproximada de 25 a 50 años y plantados con un espaciado de 8 ´ 8 m en una pendiente de 11°. El sistema de manejo del cultivo está basado en el sistema de regulación natural (*sensu* Pajarón Soto-mayor 2006), el cual es un cultivo ecológico que favorece la regulación natural de plagas y la fertilidad natural (entre otros factores) lo que asegura la productividad y rentabilidad futura de las explotaciones, y no solamente sustituye los productos químicos de síntesis utilizados en otros manejos por productos autorizados en el reglamento de agricultura ecológica. Así, durante las fechas de muestreo no se aplicó ni *Bacillus thuringiensis* (Bacillales: Bacillaceae) ni agroquímicos permitidos en agricultura ecológica. La principal diferencia en el cultivo desde 2003 hasta 2015 ha sido el establecimiento y maduración de la cubierta vegetal. En 2003 la cubierta recibía una grave perturbación anual con arado superficial durante el mes de abril, mientras que en 2015 la cubierta fue manejada mediante uno o varios segados entre abril y julio (proceso llevado a cabo desde 2005).

La recogida de artrópodos se realizó en junio de ambos años, uno de los meses con mayor abundancia de artrópodos en el olivar (Ruano et al. 2004). Para la copa del olivo, en 2003 se tomaron muestras mediante el método de vareo en 20 árboles seleccionados aleatoriamente. Se realizaron cinco golpes por rama en un total de cuatro ramas por árbol (orientadas según los puntos cardinales) sobre una red entomológica de 50 cm de diámetro (Ruano et al. 2004). En 2015 se muestrearon bloques de olivos seleccionados aleatoriamente, cinco en el borde del cultivo (junto a la vegetación adyacente) y cinco en el centro. En cada bloque se escogieron aleatoriamente cuatro olivos, y en cada árbol se tomó una muestra que consistía en la succión de una superficie de 50 ´ 50 cm² de la copa del olivo (30 segundos) con un aspirador entomológico CDC Backpack Aspirator G855 (John W. Hock Company, Gainesville, FL, USA). En la cubierta vegetal y la vegetación adyacente, los muestreos se realizaron sobre las plantas más reconocibles y abundantes (procedimiento hecho sólo en el año 2015). Dependiendo de la disponibilidad y siguiendo el mismo método de aspirado que en la copa del olivo, se muestrearon aleatoriamente 20 plantas por especie (especies en vegetación adyacente: *Cistus albidus*, *Prunus dulcis*, *Quercus rotundifolia*, *Retama sphaerocarpa*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus mastichina*, *Thymus zygis gracilis* y *Ulex parviflorus*. Especies en cubierta vegetal: *Anacyclus radiatus*, *Centaurea melitensis*, *Diplotaxis catholica*, *Erodium cicutarium*, *Leontodon longirostris* y *Senecio vulgaris*), esto permite estandarizar las muestras para comparar diferentes tipos de plantas (herbáceas, arbustos y/o árboles). Las muestras se refrigeraron en campo y se conservaron a -20 °C hasta su identificación. Posteriormente cada muestra se limpió de restos vegetales y se procedió a la identificación taxonómica de los artrópodos recogidos. Éstos se preservaron en una solución de alcohol etílico al 70 %. Se hizo el esfuerzo de identificación a nivel de especie en aquellos grupos taxonómicos que incluían más de un gremio trófico. Considerando que el método de muestreo utilizado en 2003 es diferente al usado en 2015, se llevó a cabo la construcción de las curvas de acumulación de especies (Colwell y Codrington 1994) para asegurarnos de que el cambio de protocolo no tuvo un efecto en los resultados obtenidos en la colecta. Para ello, se usó el número de muestra como la variable que refleja el esfuerzo de muestreo y la abundancia de cada especie recolectada. Para evaluar la eficiencia de los muestreos se calcularon los índices de riqueza de especies no paramétricos basados en la abundancia ACE y Chao 1 (Gotelli y Colwell 2011) y se calculó el porcentaje de similitud entre los datos reales y los de los índices. El análisis se llevó a cabo a través del software EstimateS v.9 (Colwell 2013).

Redes tróficas y cálculo de sus descriptores

Se construyó una red trófica cualitativa por año de muestreo (2003 y 2015) a partir del protocolo propuesto por Goldwasser y Roughgarden (1993). Las redes se construyeron considerando las

relaciones de depredación, parasitismo y canibalismo. La identificación de las presas y huéspedes de los depredadores y parasitoides incluidos en las redes se realizó con base en los datos extraídos de la bibliografía existente (Apéndice 1). Además, se ha utilizado el concepto de especie trófica de Cohen et al. (2012) (grupos funcionales de taxones que comparten los mismos depredadores y presas) con el objetivo de reducir el sesgo metodológico derivado de la identificación taxonómica de algunos nodos a diferentes niveles. Las redes tróficas han sido dibujadas con el software Pajek v. 1.18 (Batagelj y Mrvar 2003).

Tras la construcción de la red trófica se procedió al cálculo de cuatro descriptores de la red: (1) densidad de enlaces (LDq'), o proporción de enlaces por nodo, (2) conectancia (Cq'), que hace referencia al número de enlaces realizados frente a los enlaces potencialmente posibles, (3) generalidad (Gq'), o número medio de presas por depredador y (4) vulnerabilidad (Vq'), relacionada con el número medio de depredadores por presa. Los descriptores se estimaron a partir de una matriz de depredación especie por especie (S-by-S, Bersier et al. 2002):

$$a = [a_{ij}]$$

donde la relación de depredación o parasitismo de la especie *j* hacia la *i* se definió como $a_{ij} = 1$ mientras que el resto de relaciones se definieron como $a_{ij} = 0$.

Análisis de correspondencia

Para establecer la interrelación que pudiera existir entre los artrópodos de la copa del olivo y la cubierta vegetal, así como la vegetación adyacente, se analizó la correspondencia entre cada tipo de vegetación (olivo, cubierta vegetal del olivar y vegetación adyacente) y todos los taxones por medio de un análisis de correspondencia (Greenacre 2013). Uno de los objetivos del análisis de correspondencia es establecer la relación entre dos variables nominales en un espacio dimensional reducido, mientras se describe al mismo tiempo la relación entre las categorías que conforman dichas variables (Legendre y Gallagher 2001; Greenacre 2013). Para llevar a cabo el análisis se introdujeron datos de la presencia de los taxones en cada uno de los tipos de vegetación. Previo al análisis, el conteo de la abundancia de cada taxón se utilizó para ponderar los datos. El análisis de correspondencia se llevó a cabo con el software SPSS v19 (IBM Corp. 2010).

Resultados

En la red trófica de la copa del olivo, se registraron en junio de 2003, 33 taxones que incluyeron seis depredadores, dos omnívoros, nueve parasitoides y 16 herbívoros. En junio de 2015 la riqueza de taxones fue superior, registrándose 44 taxones distribuidos en 14 depredadores, cinco omnívoros, siete parasitoides y 18 herbívoros (Tabla 1). A pesar de haber utilizado métodos de muestreo diferentes en cada año, los índices ACE y Chao 1 obtenidos a partir de las curvas de acumulación de especies indican que el cambio de tipo de muestreo no supone un sesgo importante en los resultados obtenidos para la construcción de las redes tróficas cualitativas. Así, los taxones recolectados en la copa del olivar en 2003 representan el 82.33% de la riqueza respecto al índice ACE mientras que en 2015 representa el 84.04%. Del mismo modo, la riqueza obtenida en 2003 representa el 88.63% de la riqueza total en relación con índice Chao 1 y en 2015 el 77.82 % (ver curvas de acumulación en Fig. 2).

En lo referente a los descriptores de la red trófica, se observó un cambio en algunos de ellos entre los años 2003 y 2015 (Tabla 2). Así, la densidad de enlaces por nodo, fue mayor en 2015 que en 2003 (Fig. 3; Apéndice 2). Del mismo modo, la vulnerabilidad de las presas fue mayor en 2015, sin embargo, la conectancia y la generalidad presentaron valores similares entre los dos años (Tabla 2).

Tabla 1. Grupos taxonómicos y abundancia relativa (AR) de especies en la red trófica de la copa del olivo en agroecosistemas con cubierta vegetal joven (año 2003) y madura (año 2015). Se muestran los acrónimos (Acr) de los taxones estudiados que se utilizan en las Fig. 3 y 4.

Table 1. Taxonomic groups and relative abundance (AR) of species in the trophic network of the olive canopy in agroecosystems with young (year 2003) and mature (year 2015) ground cover. It is shown acronyms (Acr) of the studied taxa used in Fig. 3 and 4.

2003				2015			
Taxa	Especies	Acr	AR (%)	Taxa	Especies	Acr	AR (%)
Depredadores				Depredadores			
Coleoptera	Staphylinidae	Staph	0.10	Araneae	Araneidae	Ara	0.20
Hemiptera	<i>Brachynotocoris ferreri</i>	Bferr	0.72		Loxocles sp.	Loxo	0.20
	<i>Daraeocoris punctum</i>	Dpunc	0.41		Oxyopidae	Oxy	0.10
Neuroptera	<i>Notochrysa</i> sp. (Larva) + <i>Chrysopidia</i> sp. (larva)	Neur	0.61		Philodromidae	Phil	0.61
					Thomisidae	Thom	0.72
				Coleoptera	Malachiidae	Mal	0.10
				Diptera	Cecidomyiidae	Ceci	0.61
				Hemiptera	<i>Anthocoris nemoralis</i>	Anem	0.51
					<i>Brachynotocoris ferreri</i>	Bferr	0.10
					<i>Daraeocoris punctum</i>	Dpunc	0.10
					<i>Dicyphus</i> sp.	Dicy	0.10
					<i>Pseudoloxops coccineus</i>	Pcocc	0.20
				Neuroptera	<i>Chrysoperla carnea</i> s.l. (larva)	Chrys (larva)	0.41
				Thysanoptera	<i>Aeolothrips</i> sp.	Aeolo	0.51
Omnívoros				Omnívoros			
Hymenoptera	<i>Crematogaster auberti</i>	Cauber	0.10	Coleoptera	Dasytidae	Dasy	0.20
	<i>Tapinoma ibericum</i>	Tibe	0.10	Hymenoptera	<i>Crematogaster auberti</i>	Cauber	0.72
					<i>Plagiolepis pygmaea</i>	Ppig	0.92
					<i>Tapinoma ibericum</i>	Tibe	0.41
Parasitoides				Parasitoides			
Hymenoptera	Braconidae	Brac	0.51	Hymenoptera	Aphelinidae	Aph	0.10
	Chalcididae	Chalc	0.20		Cynipidae	Cyn	0.10
	Diapriidae	Diapr	0.20		Elasmidae	Elas	0.10
	Elasmidae	Elas	0.31		Encyrtidae	Enc	0.31
	Encyrtidae	Enc	8.60		Mymaridae	Mym	0.10
	Eulophidae	Eul	0.20		Pteromalidae	Pte	0.20
	Ichneumonidae	Ichn	0.20		Scelionidae	Sce	0.31
	Platygastridae	Plat	0.10				
	Pteromalidae	Pte	0.72	Herbívoros			
Herbívoros				Coleoptera	Curculionidae	Curc	0.20
Coleoptera	Cerambycidae	Ceram	0.10	Diptera	Bibionidae	Bib	0.10
	Chrysomelidae	Chrysom	0.10		Bombyliidae	Bom	0.10
	Dermeidae	Der	0.10		Sciaridae	Scia	0.10
Diptera	Sciaridae	Scia	1.02		Tephritidae	Teph	0.20
Hemiptera	Aphididae	Aphi	0.20	Hemiptera	Aphididae	Aphi	0.31
	Cicadomorpha + Fulgoromorpha	Cic	0.31		Cicadomorpha + Fulgoromorpha	Cic	1.74
	<i>Euphyllura olivina</i>	Eoli	47.49		Coccidae	Cocc	0.10
	Lygaeidae	Lyg	0.10		<i>Euphyllura olivina</i>	Eoli	14.12
	<i>Saissetia oleae</i>	Sole	0.61		Lygaeidae	Lyg	0.10
Lepidoptera			0.61		Miridae	Miri	0.20
	<i>Prays oleae</i>	Pole	5.42		Rhopalidae	Rhop	0.20
Psocoptera		Psoc	0.51		<i>Saissetia oleae</i>	Sole	0.31
Thysanoptera	Thripidae	Thrip	0.31	Lepidoptera		Lep	0.20
					<i>Prays oleae</i>	Pole	2.25
				Thysanoptera	<i>Liothrips oleae</i>	Lole	0.10
					Phlaeothripidae	Phlaeo	0.20
					Thripidae	Thrip	0.51

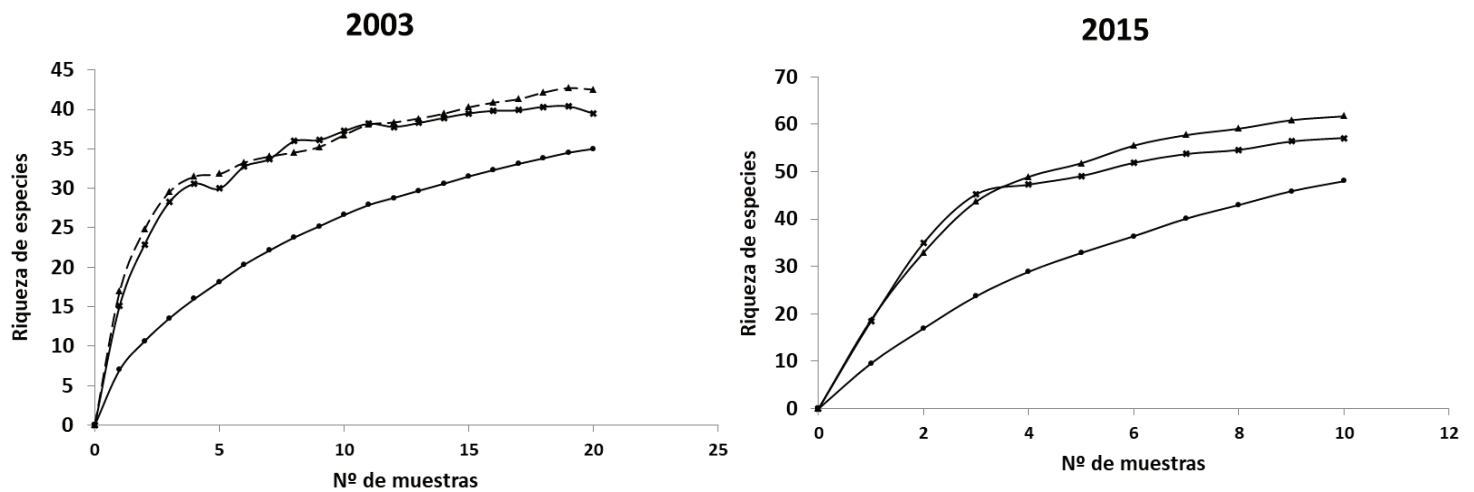


Figura 2. Curvas de acumulación de especies en la copa del olivar estudiado con cubierta vegetal joven (año 2003) y madura (año 2015). Estimadores no paramétricos: Chao1 (cruz), ACE (triángulo).

Figure 2. Species accumulation curve of the studied olive grove canopy with young (year 2003) and mature (year 2015) ground cover. Non-parametric estimators: Chao 1 (cross), ACE (triangle).

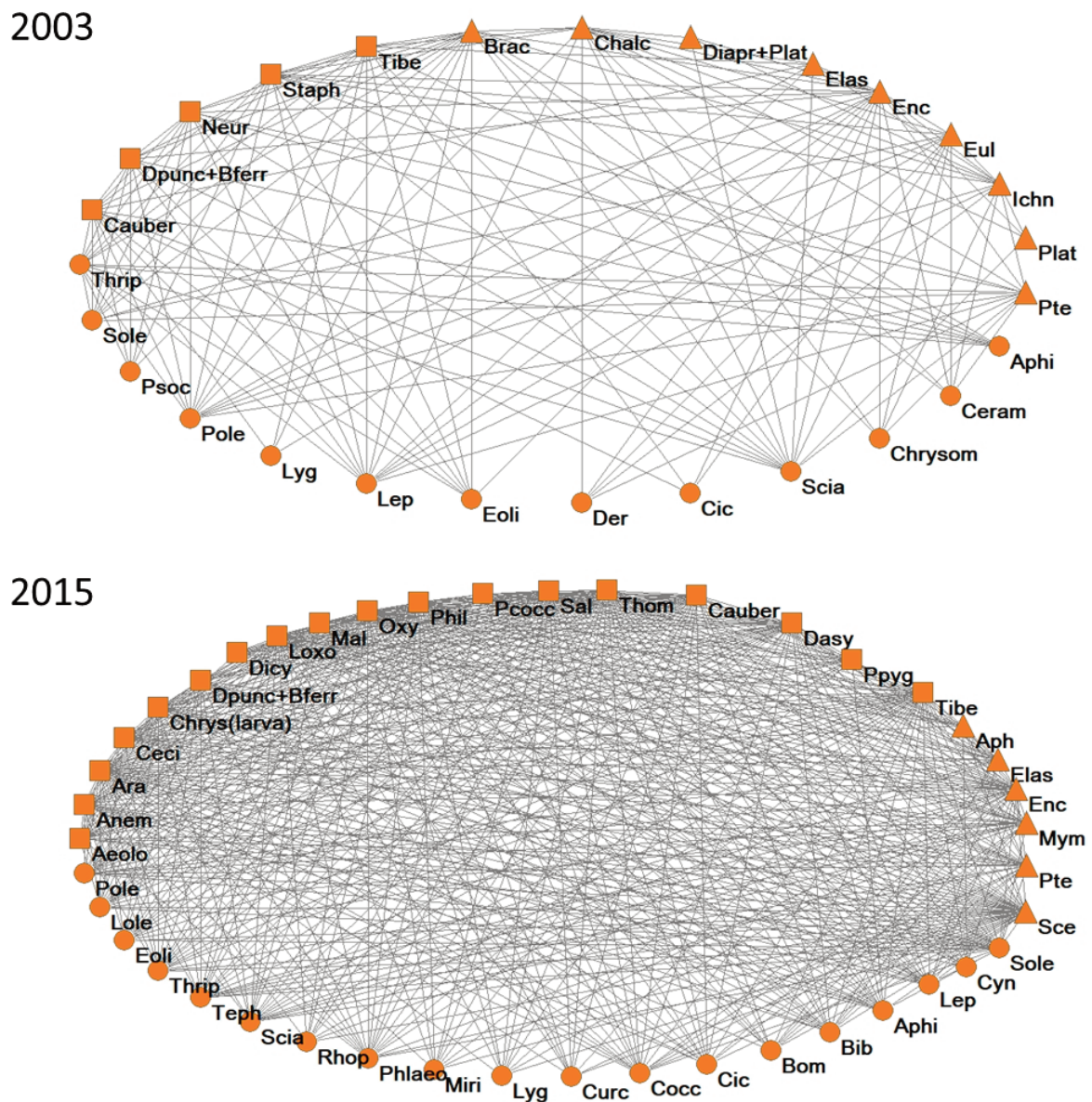


Figura 3. Red trófica registrada en la copa del olivar estudiado con cubierta vegetal joven (año 2003) y madura (año 2015). Se muestran taxones depredadores y omnívoros (cuadrados), parasitoides (triángulos) y herbívoros (círculos).

Figure 3. Trophic network found in the studied olive orchard canopy with young (year 2003) and mature (year 2015) ground cover. Predators and omnivores are indicated by squares, parasitoids by triangles, and herbivore by circles.

Tabla 2. Descriptores de la red trófica de la copa del olivo en agroecosistemas con cubierta vegetal joven (año 2003) y madura (año 2015). Densidad de enlaces (LD'q), conectancia (C'q), generalidad (G'q) y vulnerabilidad (V'q).

Table 2. Descriptors of the trophic network of the olive canopy in agroecosystems with young (year 2003) and mature (year 2015) ground cover. Links density (LD'q), connectance (C'q), generality (G'q), and vulnerability (V'q).

Año	LD'q	C'q	G'q	V'q
2003	5.76	0.20	11.13	6.42
2015	9.47	0.22	11.36	14.84

Los resultados del análisis de correspondencia muestran que, de los 44 taxones pertenecientes a la red trófica de 2015, 28 permanecen ligados exclusivamente a la copa de olivo, de los cuales 27 presentan una misma correspondencia (ver posición del asterisco en la Fig. 4). Por otro lado, 16 taxones tienen interrelación con la vegetación adyacente y la cubierta vegetal: dos omnívoros, tres depredadores y dos herbívoros están ligados a la vegetación adyacente, y tres omnívoros, tres depredadores y tres herbívoros están ligados a la cubierta vegetal (Fig. 4). Más aun, nueve de esos 16 taxones son nuevos integrantes de la red trófica del olivo que no aparecen en la red de 2003.

Discusión

Nuestros resultados apoyan la hipótesis de que la presencia de cubiertas vegetales en el olivar ecológico aumenta la diversidad de especies de artrópodos. Lo que en nuestro caso de estudio favorece el establecimiento de enemigos naturales, pudiendo aumentar el control natural de las plagas del cultivo (Simões et al. 2014). Contrariamente, algunos trabajos recientes a escala de paisaje sugieren que la cubierta vegetal tiene poco efecto sobre los enemigos naturales y la abundancia de las plagas del olivo (Paredes et al. 2013b; 2015a; Karp et al. 2018). Consideramos que estos resultados se pueden explicar teniendo en cuenta la madurez. Por ejemplo, se sabe que un agroecosistema necesita un tiempo de adaptación y estabilización a partir de la implementación de una metodología ecológica para llegar a un punto óptimo (Dabbert y Madden 1986; Hill y MacRae 1996; Lamine y Bellon 2009). Aunado a esto, se ha demostrado que márgenes maduros de vegetación entre cultivos mantienen una distribución más uniforme en la abundancia de enemigos naturales que márgenes jóvenes (Burgio et al. 2006). En nuestro caso de estudio, la maduración de una cubierta vegetal dentro del cultivo acompañada de la eliminación de la aplicación de agroquímicos en el mismo, ha podido favorecer el establecimiento de diferentes especies de artrópodos depredadores que, no sólo están ligados a las cubiertas o zonas de vegetación adyacente, sino que pasan a formar parte de la red trófica de la copa del olivo por lo que aportan funcionalidad a ese estrato.

Por otro lado, los resultados de nuestro análisis apuntan a que el establecimiento y maduración de la cubierta vegetal afecta a la estructura y complejidad de la red trófica de los artrópodos de la copa del olivo. De este modo, el aumento de depredadores entre los años 2003 y 2015 produce un aumento paralelo en la vulnerabilidad de los herbívoros, mientras que la generalidad de la red (nº de presas por depredador) se mantiene constante en el tiempo; es decir, el número de taxones de depredadores cambia a más del doble manteniendo la misma proporción de número de presas por taxón depredador. Este resultado indica que la presión de depredación sobre los herbívoros del olivar aumenta de manera considerable a pesar de que el número de taxones de herbívoros no cambia notablemente. Consecuentemente, la densidad de enlaces se ve afectada de manera positiva por el incremento de las relaciones que se establecen en la red trófica, dando lugar a una red más compleja. Así también, dicha complejidad en la red trófica en 2015 se ve reflejada en la presencia de taxones que proporcionan servi-

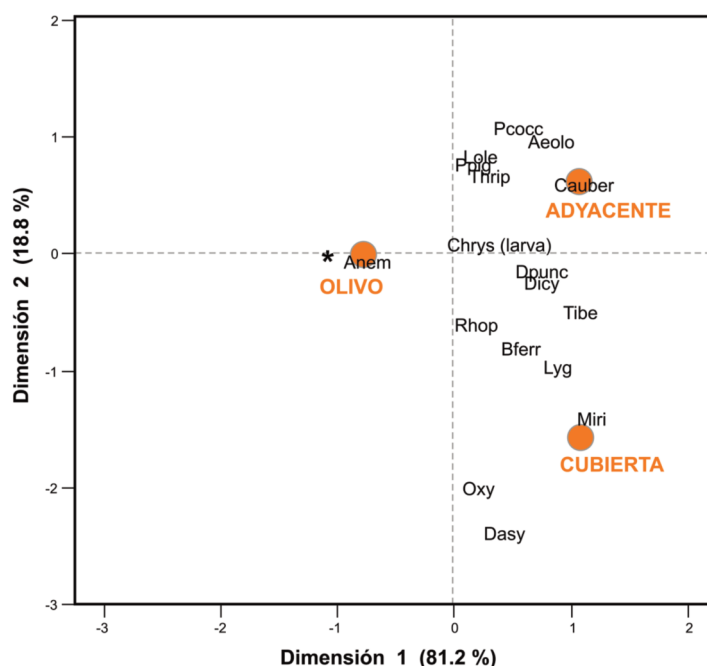


Figura 4. Plano bidimensional del análisis de correspondencia entre los taxones presentes en la copa del olivo en el olivar estudiado y los diferentes tipos de vegetación para el año 2015. Se muestran 17 taxones con correspondencias diferentes. El asterisco indica el mismo sitio de correspondencia que mantienen los 27 taxones restantes (ver tabla 1).

Figure 4. Biplot of the correspondence analysis between the taxa of the olive canopy in the studied olive orchard and the types of vegetation of 2015. It is shown 17 taxa with different correspondence. Asterisk indicates the same point of correspondence of the remaining 27 taxa (see table 1).

cios ecosistémicos y que pueden generar un control biológico de plagas, como es el caso de los hemípteros depredadores *Anthrenor nemoralis* y *Pseudoloxops coccineus*. Dichos taxones han sido descritos, en conjunto con *Brachynotocoris ferrerii* y el género *Tapinoma* entre los grupos de depredadores más efectivos para controlar a *Prays oleae* y *Euphyllura olivina* (Paredes et al. 2015b). De manera interesante, en nuestro estudio *B. ferrerii*, *P. coccineus* y *Tapinoma ibericum* son provistos por la cubierta vegetal y la vegetación adyacente (Fig. 4).

Por otro lado, la conectancia no se ve afectada por la presencia de la cubierta vegetal madura en el olivar. El carácter generalista de la mayoría de depredadores y parasitoides en el olivar (Cárdenas et al. 2006; Gonçalves y Pereira 2012) puede dar lugar a un aumento del número de enlaces de manera paralela al aumento de riqueza de taxones, impidiendo que cambie la conectancia. Este resultado es similar al obtenido por Morente et al. (2018) con relación al uso de insecticidas en el olivar. Así, el mantenimiento de la conectancia al aumentar la riqueza del sistema es indicativo de la robustez del mismo ante la pérdida de especies (Dunne et al. 2002; Morente et al. 2018).

En general, el papel que juega la cubierta vegetal dentro del olivar se ve reflejado en la capacidad de la misma para aportar nuevos grupos de enemigos naturales a la copa del olivo (Fig. 3). La vegetación adyacente también provee de enemigos naturales a la copa del olivo (Fig. 3), como ya lo habían registrado Jiménez-Muñoz et al. (2017) y Álvarez et al. (2018) para el sitio de estudio. Sin embargo, nuestros datos apuntan a que la cubierta vegetal aporta más grupos de enemigos naturales que la vegetación adyacente, lo que está en relación con la alta abundancia de artrópodos que se pueden encontrar en ella (Álvarez et al. 2018; 2019). Esto es posiblemente el resultado de un efecto de desbordamiento o efecto de masas (spillover) (Rusch et al. 2010; Tschamtkke et al. 2012; 2016). El desbordamiento de enemigos naturales desde un hábitat semi-natural hacia un cultivo resulta, principalmente, del aumento de la abundancia de dichos organismos en el hábitat semi-natural, lo que lleva a muchos individuos a invadir otras áreas, así como la dispersión de los enemigos naturales hacia áreas cercanas debido al aumento en la abundancia de presas (Shmida y Wilson 1985; Tschamtkke et al. 2012). Dicha tendencia puede ser explicada desde la perspectiva de la "distribución complementaria del recurso" (Ries y Sisk 2004; Ries et al. 2004) dadas las características de nuestra zona de estudio. Por ejemplo, una distribución complementaria del recurso se refiere a un escenario donde dos hábitats cercanos contienen recursos completamente diferentes (en cantidad y calidad), pero los cuales se complementan entre sí (Dunning et al. 1992; McCollin 1998; Fagan et al. 1999). Asumiendo que la cubierta vegetal es un sistema completamente diferente a la vegetación adyacente y al olivo, en estructura y calidad, entonces los recursos en la cubierta vegetal atraen a los enemigos naturales los cuales aumentan su abundancia produciendo un desbordamiento hacia la copa del olivo, (aunque en ciertos grupos de enemigos naturales se producen patrones contradictorios dentro de los olivares, por ejemplo las arañas, ver Picchi et al. 2016; Benhadi-Marín et al. 2019). Así, en el momento en que las plagas del olivo tienden a aumentar en abundancia, los enemigos naturales pueden depredarlas, ya sea en su fase adulta, en su fase juvenil o su fase de huevo. Particularmente, una tendencia a resaltar es que los enemigos naturales en una red trófica más compleja y resiliente pueden reducir la abundancia de adultos plaga *per se*, sin embargo, es posible que ayuden más bien, a que éstas no aumenten a niveles contraproducentes para la producción del cultivo, atacando estadios más vulnerables como los huevos o los juveniles. Este hecho tendrá que ser estudiado con mayor detalle en estudios a largo plazo sobre los hábitats semi-naturales y el cultivo.

Conclusión

Los agroecosistemas de olivo con manejo ecológico, en los que (1) no se usa ningún tipo de plaguicidas o agroquímico, (2) se mantienen cubiertas vegetales maduras y (3) se conservan hábitats semi-naturales adyacentes, resultan prometedores para promover el control biológico de las plagas del olivo y aumentar la resiliencia del sistema. En general, nuestro caso de estudio muestra que una cubierta vegetal madura permite a diversos depredadores y parasitoides establecerse en la copa del olivo, al menos de forma temporal, y posiblemente controlar la abundancia de las plagas cuando ésta aumenta en el cultivo. Este hecho debe ser estudiado con detenimiento en futuros trabajos, puesto que implica la incorporación de datos de estructura espacial y temporalidad al estudio de las cubiertas vegetales. Finalmente, basándonos en estos resultados, recomendamos el mantenimiento hasta la madurez de las cubiertas vegetales y el aumento de la vegetación natural adyacente de forma conjunta para potenciar la presencia de organismos benéficos en el cultivo del olivo.

Agradecimientos

A Manuel y Norberto Recio, propietarios de la finca ecológica. A Fran Shigeo Oi, Raquel Jiménez y Carlos Martínez (Beca de Colaboración) que colaboraron en muestreos y/o en la identificación

de taxones. A los taxónomos que colaboraron en identificar las especies de diferentes grupos taxonómicos: Laura Pérez, Manuel Cárdenas (Araneae); Santos Izaguirre (Coccinellidae); Belén Cotes (Coleoptera); Alberto Tinaut (Formicidae); Manuel Baena (Miridae y Lygaeidae); Estefanía Rodríguez (Parasitoides); Víctor Monserrat y Mario Porcel (Neuroptera); Paulino Plata (Malachiidae); Raimundo Outerelo (Staphilinidae). H. A. Álvarez agradece a CONACYT por otorgarle una beca internacional para estudios de doctorado (número de registro 332659). Este estudio ha sido financiado por el proyecto REN2002-03269/GLO (DGICYT) y el Proyecto de excelencia de la Junta de Andalucía (AGR 1419).

Referencias

- Altieri, M.A. 1991. How best can we use biodiversity in agroecosystems. *Outlook on Agriculture* 20:15-23.
- Álvarez, H.A., Carrillo-Ruiz, H., Morón, M.A. 2016. Record of Scarabaeoidea larvae and adults associated with *Amaranthus hypochondriacus* L. and living fences. *Southwestern Entomologist* 41: 675-680.
- Álvarez, H.A., Carrillo-Ruiz, H., Jiménez-García, D., Morón, M.A. 2017. Abundance of insect fauna associated with *Amaranthus hypochondriacus* L. crop, in relation to natural living fences. *Southwestern Entomologist* 42: 131-135.
- Álvarez, H.A., Oi, F., Morente, M., Campos, M., Ruano, F. 2018. Las barreras vivas y la vegetación adyacente nativa como recurso para aumentar los enemigos naturales y la resiliencia en el agroecosistema de olivo. *Congreso Internacional de Agroecología* 7: 296-300.
- Álvarez, H.A., Morente, M., Oi, F., Rodríguez, E., Campos, M., Ruano, F. 2019. Semi-natural habitat complexity affects abundance and movement of natural enemies in organic olive orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 258: 106618.
- Balmford, A., Green, R., Phalan, B. 2012. What conservationists need to know about farming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279: 2714-2724.
- Batagelj, V., Mrvar, A. 2003. PAJEK-analysis and visualization of large networks. En: Jünger, M., Mutzel, P. (eds.), *Graph Drawing Software*, pp. 77-103. Springer, Berlín, Alemania.
- Bersier, L.F., Banašek-Richter, C., Cattin, M.F. 2002. Quantitative descriptors of food-web matrices. *Ecology* 83: 2394-2407.
- Benhadi-Marín, J., Pereira, J.A., Sousa, J.P., Santos, S.A. 2019. Functional responses of three guilds of spiders: Comparing single-and multiprey approaches. *Annals of Applied Biology* 175: 202-214.
- Bianchi, F.J.J.A., Booij, C.J.H., Tschamtkke, T. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: A review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273: 1715-1727.
- Boccaccio, L., Petacchi, R. 2009. Landscape effects on the complex of *Bactrocera oleae* parasitoids and implications for conservation biological control. *BioControl* 54: 607-616.
- Burgio, G., Ferrari, R., Boriani, L., Pozzati, M., van Lenteren, J. 2006. The role of ecological infrastructures on Coccinellidae (Coleoptera) and other predators in weedy field margins within northern Italy agroecosystems. *Bulletin of Insectology* 59: 59.
- Cárdenas, M., Ruano, F., García, P., Pascual, F., Campos, M. 2006. Impact of agricultural management on spider populations in the canopy of olive trees. *Biological Control* 38: 188-195.
- Cohen, J., Briand, F., Newman, C. 2012. *Community Food Webs: Data and Theory*. Springer Science and Business Media, New York.
- Colwell, R.K., Coddington, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 345(1311), 101-118.
- Colwell, R.K., Rahbek, C., Gotelli, N.J. 2004. The Mid-Domain Effect and species richness patterns: What have we learned so far? *American Naturalist* 163: E1-E23.
- Colwell, R.K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Disponible en: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Dabbert, S., Madden, P. 1986. The transition to organic agriculture: A multi-year simulation model of a Pennsylvania farm. *American Journal of Alternative Agriculture* 1: 99-107.

- Dunne, J., Williams, R., Martinez, N. 2002. Network structure and biodiversity loss in food webs: robustness increases with connectance. *Ecology Letters* 5: 558-567.
- Dunning, J.B., Danielson, B.J., Pulliam, H.R. 1992. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos* 65: 169-175.
- Fagan, W.E., Cantrell, R.S., Cosner, C. 1999. How habitat edges change species interactions. *American Naturalist* 153: 165-182.
- FAO 2017. *FAOSTAT Datos sobre alimentación y agricultura*. On-line: <http://www.fao.org/faostat/en/#home> [Consultado 1/12/2017].
- Goldwasser, L., Roughgarden, J. 1993. Construction and analysis of a large Caribbean food web. *Ecology* 74: 1216-1233.
- Gonçalves, M.F., Pereira, J.A. 2012. Abundance and diversity of soil arthropods in the olive grove ecosystem. *Journal of Insect Science* 12: 1-14.
- Gotelli, N.J., Colwell, R.K. 2011. Estimating species richness. Biological diversity: frontiers in measurement and assessment, 12, 39-54.
- Greenacre, M. 2013. The contributions of rare objects in correspondence analysis. *Ecology* 94: 241-249.
- Hill, S.B., MacRae, R.J. 1996. Conceptual framework for the transition from conventional to sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 7: 81-87.
- IBM Corp. Released 2010. *IBM SPSS Statistics for Windows*, Version 19.0.: IBM Corp., Armonk, NY, Estados Unidos.
- Jiménez-Muñoz, R., Morente, M., Oi, F., Campos, M., Ruano, F. 2017. Efecto de la vegetación natural de borde sobre la artrópodo-fauna en la copa de olivos. En: *Comunicaciones Científicas del XVIII Simposium Científico-Técnico EXPOLIVA. Foro del Olivar y el Medio Ambiente, Jaén, España, 10-12 mayo 2017*, com. OLI-2. Fundación para la Promoción y el Desarrollo del Olivar y el Aceite de Oliva, Mengíbar, Jaén, España.
- Karp, D.S., Chaplin-Kramer, R., Meehan, T.D., Martin E.A., DeClerck, F., Grab, H., et al. 2018. Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 115: E7863-E7870.
- Lamine, C., Bellon, S. 2009. Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29: 97-112.
- Landis, D.A. 2017. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology* 18: 1-12.
- Laurance WF. 2007. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: implications for conservation. En: Tscharntke T, Leuschner C, Zeller M, Guhardja E, Bidin A (eds.), *Stability of Tropical Rainforest Margins*, pp. 9-35. Springer, Berlin Heidelberg. Alemania.
- Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P.C., et al. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology* 16: 605-618.
- Legendre, P., Gallagher, E.D. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129: 271-280.
- Malavolta, C., Perdakis, D. 2018. Crop Specific Technical Guidelines for Integrated Production of Olives. IOBC-WPRS Commission IP Guidelines. Disponible en: https://www.iobc-wprs.org/members/shop_en.cfm?mod_Shop_detail_produkte=193
- McCollin, D. 1998. Forest edges and habitat selection in birds: a functional approach. *Ecography* 21: 247-260.
- Morente, M., Campos, M., Ruano, F. 2018. Evaluation of two different methods to measure the effects of the management regime on the olive-canopy arthropod community. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 259: 111-118.
- Ortega, M., Pascual, S. 2014. Spatio-temporal analysis of the relationship between landscape structure and the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Agriculture and Forest Entomology* 16, 14-23.
- Pajaron Sotomayor, M. 2006. *El cultivo del olivar en producción ecológica*. Asociación para el Desarrollo Sostenible del Poniente Granadino. Proyecto Columela. Loja, Granada, España.
- Paredes, D., Cayuela, L., Campos, M. 2013a. 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, G.M., Campos, M. 2013b. Effect of non-crop vegetation types on conservation biological control of pests in olive groves. *PeerJ* 1: e116.
- Paredes, D., Cayuela, L., Gurr, G.M., Campos, M. 2015a. Is ground cover vegetation an effective biological control enhancement strategy against olive pests? *PLoS One* 10: e0117265.
- Paredes, D., Cayuela, L., Gurr, G.M., Campos, M. 2015b. Single best species or natural enemy assemblages? A correlational approach to investigating ecosystem function. *BioControl* 60: 37-45.
- Paredes, D., Karp, D.S., Chaplin-Kramer, R., Benítez, E., Campos, M. 2019. Natural habitat increases natural pest control in olive groves: economic implications. *Journal of Pest Science* 92: 1111-1121.
- Perdikis, D., Fantinou, A., Lykouressis, D. 2011. Enhancing pest control in annual crops by conservation of predatory Heteroptera. *Biological Control* 59:13-21.
- Picchi, M.S., Bocci, G., Petacchi, R., Entling, M.H. 2016. Effects of local and landscape factors on spiders and olive fruit flies. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 222: 138-147.
- Prach, K., Walker, L.R. 2011. Four opportunities for studies of ecological succession. *Trends in Ecology and Evolution* 26: 119-123.
- Rand, T.A., Tylanakis, J.M., Tscharntke, T. 2006. Spillover edge effects: The dispersal of agriculturally subsidized insect natural enemies into adjacent natural habitats. *Ecology Letters* 9: 603-614.
- Ries, L., Sisk, T.D. 2004. A predictive model of edge effects. *Ecology* 85: 2917-2926.
- Ries, L., Fletcher, R.J.Jr., Battin, J., Sisk, T.D. 2004. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35: 491-522.
- Rodríguez, E., González, B., Campos, M. 2009. Effects of cereal cover crops on the main insect pests in Spanish olive groves. *Journal of Pest Science* 82: 179-185.
- Rodríguez, E., González, B., Campos, M. 2012. Natural enemies associated with cereal cover crops in olive groves. *Bulletin of Insectology* 65: 43-49.
- Ruano, F., Lozano, C., García, P., Pena, A., Tinaut, A., Pascual, F., Campos, M. 2004. Use of arthropods for the evaluation of the olive-orchard management regimes. *Agriculture and Forest Entomology* 6: 111-120.
- Rusch, A., Valantin-Morison, M., Sarthou, J.P., Roger-Estrade, J. 2010. Biological control of insect pests in agroecosystems: effects of crop management, farming systems, and seminatural habitats at the landscape scale: a review. *Advances in Agronomy* 109, 219- 259.
- Shmida, A., Wilson, M.V. 1985. Biological determinants of species diversity. *Journal of Biogeography* 12: 1-20.
- Simões, M.P., Belo, A.F., Pinto-Cruz, C., Pinheiro, A.C. 2014. Natural vegetation management to conserve biodiversity and soil water in olive orchards. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12: 633-643.
- Strogatz, S.H. 2001. Exploring complex networks. *Nature* 410: 268-276.
- Thompson, R.M., Brose, U., Dunne, J.A., Hall, R.O., Hladysz, S., Kitching, R.L., et al. 2012. Food webs: reconciling the structure and function of biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution* 27: 689-697.
- Torres, L. 2006. *A fauna auxiliar do olival e a sua conservacao*. Joao Azevedo Editor. Mirandela, Portugal.
- Tscharntke, T., Tylanakis, J.M., Rand, T.A., Didham, R.K., Fahrig, L., Batáry, P., et al. 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Review* 87: 661-685.
- Tscharntke, T., Karp, D.S., Chaplin-Kramer, R., Batáry, P., DeClerck, F., Gratton, C., et al. 2016. When natural habitat fails to enhance biological pest control – Five hypotheses. *Biological Conservation* 204: 449-458.
- Villa, M., Santos, S.A., Mexia, A., Bento, A., Pereira, J.A. 2016a. Ground cover management affects parasitism of *Prays oleae* (Bernard). *Biological Control* 96, 72-77.
- Villa, M., Marrão, R., Mexia, A., Bento, A., Pereira, J.A. 2016b. Are wild flowers and insect honeydews potential food resources for adults of the olive moth, *Prays oleae*? *Journal of Pest Science* 90: 185-194.

Apéndice 1. Appendix 1.

Tabla A1.1. Taxones y preferencias alimenticias de los artrópodos de copa en el olivar.

Table A1.1. Taxa and arthropods' food preferences in the olive tree canopy.

Nodos taxa	Especie	Gremio	Alimentación	Referencias
Araneae				
Araneidae		Depredador	Araña constructora de tela orbicular. Generalista	(Uetz et al. 1999; Cardoso et al. 2011)
Oxyopidae		Depredador	Araña cazadora activa (perseguidora). Generalista	(Uetz et al. 1999; Cardoso et al. 2011)
Philodromidae		Depredador	Araña cazadoras activa (emboscadora). Generalista	(Uetz et al. 1999; Cardoso et al. 2011)
Salticidae		Depredador	Araña cazadora activa (perseguidora). Generalista	(Uetz et al. 1999; Cardoso et al. 2011)
Scariidae	<i>Loxoceles</i> sp.	Depredador	Araña cazadoras activa (emboscadora). Generalista	(Uetz et al. 1999; Cardoso et al. 2011)
Thomisidae		Depredador	Araña cazadoras activa (emboscadora). Generalista	(Uetz et al. 1999; Cardoso et al. 2011)
Coleoptera				
Cerambycidae		Fitófago		(Zaharadník 1990)
Chrysomelidae		Fitófago	Hojas	(Mirzoeva 2000)
Curculionidae		Fitófago		(Chinery 1988)
Dasytidae		Fitófago	Polen	(Liberti 2009)
Dermeestidae		Carroñero		(Schroeder et al. 2002)
Malachiidae		Fitófago	Flores	(Plata-Negrache 2012)
Staphylinidae		Depredador, omnívoro	Scolitynae, Diptera larvae, polen, flores, madera.	(Chinery 1988)
Diptera				
Bibionidae		Fitófago, carroñero	Madera y raíces en descomposición	(Amorim 1997)
Bombyliidae		Fitófago	Polen y néctar	(Kastinger y Webwer 2001)
Cecidomyiidae		Fitófagos y fungívoros	Algunos Cecidomyiinae son plagas de cultivos	(Gagné y Jaschhof 2004)
Sciaridae		Fungívoro	Hongos, algas y materia orgánica en descomposición	(Mansilla et al. 2001)
Tephritidae		Fitófago	Plaga de numerosos cultivos	(Aluja y Mangan 2008)
Hemiptera				
Anthocoridae	<i>A. nemoralis</i>	Depredador		(Morris et al. 1999)
Aphididae		Fitófago		(Vickerman y Wratten 1979)
Berytidae		Fitófago		(Wheeler y Schaefer 1982)
Cicadomorpha		Fitófago	Generalista	(Dietrich 2005)
Coccidae	<i>Saissetia oleae</i>	Fitófago	Plaga del olivo	(Alvarado 2004)
Fulgoromorpha		Fitófago	Generalista	(Wilson 2005)
Lygaeidae		Fitófago, algunos depredadores		(Sweet 1960; Crocker y Whitcomb 1980)
Miridae	<i>B. ferrerii</i>	Depredador	<i>Prays oleae</i> , <i>Euphyllura olivina</i>	(Paredes et al. 2013)
	<i>Calocoris</i> sp.	Fitófago	Algunos son plagas de cultivos	(Eyles y Carvalho 1988; Sharma et al. 1989)
	<i>D. punctum</i>	Depredador	Enemigo natural	(Paredes et al. 2013)
	<i>Dicyphus</i> sp.	Zoofitófago	Thripidae, Aleyrodidae	(Saini y Polack 2002; Ingegno et al. 2008; Agustí y Gabarra 2009)
	<i>P. coccineus</i>	Depredador		(Paredes et al. 2013)
Psyllidae	<i>E. olivina</i>	Fitófago	Plaga del olivo	(Alvarado 2004)
Rophalidae				

Continuación Tabla A1.1. Taxones y preferencias alimenticias de los artrópodos de copa en el olivar.

Table A1.1 continuation. Taxa and arthropods' food preferences in the olive tree canopy.

Nodes taxa	Especie	Gremio	Alimentación	Referencias
Hymenoptera				
Aphelinidae		Parasitoide	Huevos de Aphidoidea, Aleyrodoidea y Coccoidea principalmente y otros como Orthoptera y lepidóptera y pupas de Diptera	(Viggiani 1984)
Braconidae		Parasitoide	Adultos y larvas de insectos hemimetábolos y ninfas de insectos hemimetábolos	(Barrientos 2004)
Chalcididae		Parasitoide	Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, hiperparasitoides ocasionalmente.	(Yu et al. 2005)
Cynipidae		Fitófago	Forma agallas en la familia Fagaceae	(Stone et al 2002)
Diapriidae		Parasitoide	Diptera	(Muesebeck 1980; Cancino et al. 2009)
Elasmidae		Parasitoide	Diptera, Lepidoptera, Formicidae.	(Barrientos 2004)
Encyrtidae		Parasitoide	Otros parasitoides, Diptera, Coccinellidae, Hemiptera, Lepidoptera, Araneae, Neuroptera, Coniopterygidae, Formicidae.	(Barrientos 2004)
Eulophidae		Parasitoide	Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Homoptera.	(Barrientos 2004)
Formicidae	<i>C. auberti</i>	Omnívora	Huevos de Trichogrammatidae, Semillas de Lobularia marítima, néctar	(Herrera et al 1984; Ruano et al 1995 Pereira et al 2004)
	<i>P. pygmaea</i>	Parasitoide		
	<i>T. ibericum</i>	Parasitoide	Melaza de pulgón y otros insectos	(Tinaut et al. 2009)
Ichneumonidae		Parasitoide	Muchos órdenes, principalmente Lepidoptera y Coleoptera. Hiperparasitoides ocasionalmente.	(Yu et al. 2005)
Mymaridae		Parasitoide	Generalistas. Huevos de Auchenorrhyncha, Coccoidea, Coleoptera, Diptera, Odonata, Thysanoptera and Psocoptera.	(Barrientos 2004)
Platygastridae		Parasitoide	Aleyrodidae, Diptera	(Hernández-Suárez et al. 2015)
Pteromalidae		Parasitoide	Larvas de un gran número de insectos	(Barrientos 2004)
Scelionidae		Parasitoide	Huevos de insectos y arañas	(Barrientos 2004)
Lepidoptera				
Lepidoptera	<i>Prays oleae</i>	Fitófago	Plaga del olivo	(Alvarado 2004)
Neuroptera				
Chrysopidae	Chrysopidae adult	Fitófago	Polen	(Szentkirályi 2001)
	Chrysopidae larva	Depredador	Insectos de cuerpo blando.	(Solomon et al. 2000; Limburg y Rosenheim 2001)
	<i>Chrysopidia</i> sp. larva	Depredador	Insectos de cuerpo blando.	(Solomon et al. 2000)
	<i>Chrysoperla</i> sp. adult	Fitófago	Melaza	(Zheng et al. 1993)
	<i>Chrysoperla</i> sp. larva	Depredador	Psyllidae	(Santas 1987; Atlihan et al 2004)
	<i>Notochrysa</i> sp. larva	Depredador	Aphididae	(Goßner et al. 2005)
Psocoptera				
Psocoptera		Fungívoro	Hongos y bacterias	(Kalinović et al. 2006)
Thysanoptera				
Aeolothripidae		Fitófago y depredador	A.fasciatus y A. intermedius se alimentan de ácaros del género Cheyletus	(Torres 2007)
Phlaeothripidae		Fitófago	Esporas	(Mound 1974; Varela y Plasencia 1986; Cambero-Campos et al. 2015)
Thripidae		Fitófago	Plagas en diferentes cultivos.	(Chaisuekul y Riley 2001)

Referencias

- Agustí, N., Gabarra, R. 2009. Puesta a punto de una cría masiva del depredador polífago *Dicyphus tamanii* Wagner (Hemiptera: Miridae). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 35(2): 205-218.
- Aluja, M., Mangan, R. L. 2008. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Annual Review of Entomology* 53: 473-502.
- Alvarado, M. 2004. Plagas y enfermedades del olivo. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.
- Amorim, D.S. 1997. Bibionidae, En: Solís, A. (ed.) *Las familias de insectos de Costa Rica*. INBio, Costa Rica. Disponible en: <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto357.html>
- Atlihan, R., Kaydan, B., Özgökçe, M.S. 2004. Feeding activity and life history characteristics of the generalist predator, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) at different prey densities. *Journal of pest science* 77:17-22.
- Barrientos, J., 2004. *Curso Práctico de Entomología. Manuals de La Universitat Autònoma de Barcelona*. 41. *Entomología*. Asociación Española de Entomología, CIBIO-Centro Iberoamericano de Biodiversidad y Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Camero-Campos, O.J., Soto-Rodríguez, G.A., Retana-Salazar, A.P. 2015. Thysanoptera (Phlaeothripidae) en huertos de aguacate en Nayarit, México. *Acta Zoologica Mexicana* 31(2): 178-182.
- Cancino, J., Ruíz, L., Sivinski, J., Gálvez, F.O., Aluja, M. 2009. Rearing of five hymenopterous larval-prepupal (Braconidae, Figitidae) and three pupal (Diapriidae, Chalcidoidea, Eurytomidae) native parasitoids of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) on irradiated *A. ludens* larvae and pupae. *Biocontrol Science and Technology* 19: 193-209.
- Cardoso, P., Pekár, S., Jocqué, R., Coddington, J. A. 2011. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS One*, 6(6), e21710.
- Chaisuekul, C., Riley, D.G. 2001. Thrips (Thysanoptera: Thripidae) feeding response to concentration of imidacloprid in tomato leaf tissue. *Journal of Entomological Science* 36(3): 315-317.
- Chinery, M. 1988. Guía de Insectos de Europa. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España.
- Crocker, R.L., Whitcomb, W.H. 1980. Feeding niches of the big-eyed bugs *Geocoris bullatus*, *G. punctipes*, and *G. uliginosus* (Hemiptera: Lygaeidae: Geocorinae). *Environmental Entomology* 9(5): 508-513.
- Dietrich, C.H. 2005. Keys to the families of Cicadomorpha and subfamilies and tribes of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *The Florida Entomologist* 88(4): 502-517.
- Eyles, A.C., Carvalho, J.C.M. 1988. A new genus of Mirini (Heteroptera: Miridae) from Lucerne crops in New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 15(2): 339-341.
- Gagné, R.J., Jaschhof, M. 2004. *A catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the world* (Nº. 25). Entomological Society of Washington. Washington, DC, Estados Unidos.
- Goßner, M., Gruppe, A., Simon, U. 2005. Aphidophagous insect communities in tree crowns of the neophyte Douglas-fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] and Norway spruce (*Picea abies* L.). *Journal of Applied Entomology* 129(2): 81-88.
- Hernández-Suárez, E., Camero, A., Aguiar, A., Prinsloo, G., LaSalle, J. Polaszek, A. 2015. Parasitoids of whiteflies (Hymenoptera: Aphelinidae, Eulophidae, Platygasteridae; Hemiptera: Aleyrodidae) from the Macaronesian Archipelagos of the Canary Islands, Madeira and the Azores. *Systematics and Biodiversity* 1(1): 55-108.
- Herrera, C. M., Herrera, J., Espadaler, X. 1984. Nectar thievery by ants from southern Spanish insect-pollinated flowers. *Insectes Sociaux* 31(2): 142-154.
- Ingegno, B. L., Goula, M., Navone, P., Tavella, L. 2008. Distribution and host plants of the genus *Dicyphus* in the Alpine valleys of NW Italy. *Bulletin of Insectology* 61(1): 139-140.
- Kalinović, I., Rosman, V. Liska, A. 2006. Significance and feeding of psocids (Liposcelidae, Psocoptera), En: Lorini, B., Bacaltchuk, H., Beckel, E., Deckers, E., Sundfeld, J.P., dos Santos, J.D., et al. (eds.). *Proceedings of the Ninth International Conference on Stored-Product Protection, 15-18 October 2006, Campinas, São Paulo, Brazil*, pp. 1087-1094. Brazilian Post-harvest Association - ABRAPOS, Passo Fundo, RS, Brasil. <http://spiru.cgahr.ksu.edu/proj/iwscpp/iwscpp9.html>
- Kastinger, C., Weber, A. 2001. Bee-flies (Bombylius spp., Bombyliidae, Diptera) and the pollination of flowers. *Flora* 196(1): 3-25.
- Liberti, G. 2009. The Dasytidae (Coleoptera) of Sardinia. *Zootaxa* 2318(1): 339-385.
- Limburg, D.D., Rosenheim, J. A. 2001. Extrafloral nectar consumption and its influence on survival and development of an omnivorous predator, larval *Chrysoperla plorabunda* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology* 30 (3): 595-604.
- Mansilla, J.P., Pastoriza, M.I., Pérez, R. 2001. Estudio sobre la biología y control de *Bradysia paupera* Tuomikoski (= *Bradissia diformis* Frey) (Diptera: Sciaridae). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 27: 411-417.
- Mirzoeva, N. 2000. A Study of the ecofaunal complexes of the leaf-eating beetles (Coleoptera, Chrysomelidae) in Azerbaijan. *Turkish Journal of Zoology* 25:41-52.
- Morris, T.I., Campos, M., Kidd, N.A.C., Jervis, M.A., Symondson, W.O.C. 1999. Dynamics of the predatory arthropod community in Spanish olive groves. *Agriculture and Forest Entomology* 1: 219-228.
- Mound, L.A. 1974. Spore-feeding thrips (Phlaeothripidae) from leaf litter and dead wood in Australia. *Australian Journal of Zoology* 27: 1-106.
- Muesebeck, C.F.W. 1980. *The Nearctic parasitic wasps of the genera Psilus, Panzer and Coptera Say: (Hymenoptera, Proctotrupoidea, Diapriidae)*. *Technical Bulletin, Science and Education Administration, United States Department of Agriculture* nº. 1617
- Paredes, D., Cayuela, L., Campos, M. 2013. Synergistic effects of ground cover and adjacent vegetation on natural enemies of olive insect pests. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 173: 72-80.
- Pereira, J. A., Bento, A., Cabanas, J. E., Torres, L. M., Herz, A., Hassan, S. A. 2004. Ants as predators of the egg parasitoid *Trichogramma cacaeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) applied for biological control of the olive moth, *Prays oleae* (Lepidoptera: Plutellidae) in Portugal. *Biocontrol Science and Technology* 14(7): 653-664.
- Plata-Negrache, P. 2012. *Estudio de la Subfamilia Malachiinae Fleming (Coleoptera: Cleroidea: Melyridae) en Andalucía*. Ed. P. Plata, Sta. Cruz de Tenerife, 203 pp.
- Ruano, F., Ballesta, M., Hidalgo, J., Tinaut, A. 1995. Mirmecocenosis del Paraje Natural Punta Entinas-El Sabinar (Almería) (Hymenoptera: Formicidae). Aspectos ecológicos. *Boletín de la Asociación española de Entomología* 19: 89-107.
- Saini, E., Polack, A. 2002. Enemigos naturales de los Trips sobre flores de malezas. *RIA* 29(1): 117.
- Santas, L.A. 1987. The predators' complex of pear-feeding psyllids in unsprayed wild pear trees in Greece. *Entomophaga* 32(3): 291-297.
- Schroeder, H., Klotzbach, H., Oesterhelweg, L., Püschel, K. 2002. Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. *Forensic Science International* 127(3): 231-236.
- Sharma, H.C., Lopez, V.F., Patancheru, P.O. 1989. Assessment of avoidable losses and economic injury levels for the sorghum head bug, *Calocoris angustatus* Leth. (Hemiptera: Miridae). *Indian Crop Protection* 8: 429-435.
- Solomon, M.G., Cross, J. V., Fitzgerald, J.D., Campbell, C.A.M., Jolly, R.L., Olszak, R.W., Niemczyk, E., Vogt, H., 2000. Biocontrol of pests of apples and pears in Northern and Central Europe: 2. Parasitoids. *Biocontrol Science and Technology* 10(2): 91-128.
- Stone, G. N., Schönrogge, K., Atkinson, R. J., Bellido, D., Pujade-Villar, J. 2002. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual review of entomology* 47(1): 633-668.
- Sweet, M.H. 1960. The seed bugs: a contribution to the feeding habits of the Lygaeidae (Hemiptera: Heteroptera). *Annals of the Entomological Society of America* 53(3): 317-321.
- Szentkirályi, F. 2001. Lacewings in vegetables, forests, and other crops, En: McEwen, P. K., New, T. R. Whittington, A. E. (eds.). *Lacewings in the crop environment*. pp. 239-291. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- Tinaut, A., Mira, Ó., Vidal, J.M., Aguirre-Segura, A. 2009. Las hormigas de Cabo de Gata (Almería, España), aspectos faunísticos (Hymenoptera, Formicidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 33(1-2): 227-251.
- Torres, L., 2007. *Manual de Protecção Integrada Do Olival*. Joao Acevedo (Ed.). Mirandela, Portugal.

- Uetz, G.W., Halaj, J., Cady, A. 1999. Guild structure of spiders in mayor crops. *The Journal of Arachnology* 27, 270–280.
- Varela, M., Plasencia, A. 1986. Phlaeothripidae, En: Arambourg, Y. (ed.). *Entomologie oleicole*. pp. 289-300. Consejo Oleícola Internacional. Madrid, España.
- Viggiani, G. 1984. Bionomics of the Aphelinidae. *Annual Review of Entomology* 29: 257-276.
- Vickerman, G.P., Wratten, S.D. 1979. The biology and pest status of cereal aphids (Hemiptera: Aphididae) in Europe: a review. *Bulletin of Entomological Research* 69: 1–32.
- Wheeler, A.G., Schaefer, C.W. 1982. Review of Stilt Bug (Hemiptera: Berytidae) host plants. *Annals of the Entomological Society of America* 75: 498–506.
- Wilson, S.W. 2005. Keys to the families of Fulgoromorpha with emphasis on planthoppers of potential economic importance in the southeastern United States (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Florida Entomologist* 88(4): 464–481.
- Yu, D., van Achterberg, K., Horstmann, K. 2005. *World Ichneumonoidea. Taxonomy, Biology, Morphology and Distribution*. Taxapad CD/DVD., Vancouver. Canada.
- Zaharadnik, J. 1990. *Guía de los coleópteros de España y de Europa*. Ediciones Omega, S.A., Barcelona.
- Zheng, Y., Hagen, K.S., Daane, K.M., Mittler, T.E. 1993. Influence of larval dietary supply on the food consumption, food utilization efficiency, growth and development of the lacewing *Chrysoperla carnea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 67: 1–7.

Apéndice 2. Appendix 2.

Tabla A2.1. Relaciones tróficas de los taxones de artrópodos de copa en el olivo, (datos recogidos en el año 2003). 1 representa depredación o parasitismo y el 0 ausencia de relación. La primera columna muestra los depredadores y parasitoides. Las relaciones tróficas se han establecido a partir de la bibliografía recogida en el [Apéndice 1](#).

Table A2.1. Trophic relationships of arthropods taxa of olive canopy, (data collected in 2003). 1 represents predation or parasitism and 0 relationship. The first column shows predators and parasitoids. Trophic relationships had been established based on the bibliography of the [appendix 1](#).

2003	Aph	Ceram	Chrysom	Cic	Der	Eoli	Lep	Lyg	Pole	Psoc	Sole	Scia	Thrip	Bferr + Dpunc	Cauber	Neur	Staph	Tibe	Brac	Chalc	Diapr + Plat	Elas	Enc	Eul	Ichn	Pte
Bferr + Dpunc	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cauber	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Neur	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
Staph	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tibe	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Brac	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Chalc	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Elas	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Enc	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Eul	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ichn	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Pte	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diapr + Plat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Apéndice 2. Appendix 2.

Tabla A2.2. Relaciones tróficas de los taxones de artrópodos de copa en el olivo, (datos recogidos en el año 2015). 1 representa depredación o parasitismo y el 0 ausencia de relación. La primera columna contiene los depredadores y parasitoides estudiados. Las relaciones tróficas se han establecido a partir de la bibliografía recogida en el [Apéndice 1](#).

Table A2.2. Trophic relationships of arthropods taxa of olive canopy, (data collected in 2015). 1 represents predation or parasitism and 0 relationship. The first column shows predators and parasitoids. Trophic relationships had been established based on the bibliography of the [appendix 1](#).

2015	Aeolo	Anem	Ara	Ceci	Chrys (larva)	Dpunc + Bferr	Dicy	Loxo	Mal	Oxy	Phil	Pcocc	Sal	Thom	Cauber	Dasy	Ppig	Lep	Aphi	Bib	Bom
Aeolo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anem	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Ara	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ceci	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Chrys (larva)	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Dpunc + Bferr	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Dicy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loxo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mal	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
Oxy	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Phil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pcocc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Sal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Thom	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cauber	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
Dasy	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Ppig	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Aph	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elas	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
Enc	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Mym	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Pte	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
Sce	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla A2.2. (Continuación): Relaciones tróficas de los taxones de artrópodos de copa en el olivo, (datos recogidos en el año 2015). 1 representa depredación o parasitismo y el 0 ausencia de relación. La primera columna contiene los depredadores y parasitoides estudiados. Las relaciones tróficas se han establecido a partir de la bibliografía recogida en el [Apéndice 1](#).

Table A2.2. (continued): Trophic relationships of arthropods taxa of olive canopy, (data collected in 2015). 1 represents predation or parasitism and 0 relationship. The first column shows predators and parasitoids. Trophic relationships had been established based on the bibliography of the [appendix 1](#).

2015	Cic	Coc	Cur	Lyg	Miri	Phlaeo	Rhop	Scia	Teph	Thrip	Eoli	Lole	Pole	Sole	Cyni	Aph	Elas	Enc	Mym	Pte	Sce
Aeolo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0		0
Anem	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Ara	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ceci	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Chrys (larva)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Dpunc + Bferr	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Dicy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loxo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mal	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxy	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Phil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pcocc	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Sal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Thom	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cauber	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dasy	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ppig	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aph	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Elas	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Enc	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Mym	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Pte	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Sce	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0