



Comunidad de abejas asociadas a las cubiertas vegetales del olivar

M. CAMPOS¹, J.D. ALCHE², M. PORCEL¹, D. PAREDES¹, R. ALCALÁ¹, M.L. FERNÁNDEZ¹

Estación Experimental del Zaidín (EEZ), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Granada, España.

(1) Dpto. Protección Ambiental.

(2) Dpto. de Bioquímica, Biología Celular y Molecular de Plantas.

RESUMEN

La biodiversidad en los agroecosistemas aporta servicios ecosistémicos como el control biológico o la polinización. En el olivar es poco conocido el papel que juegan las cubiertas vegetales en la conservación de los polinizadores, por lo que el objetivo de este trabajo es determinar las abejas asociadas a las mismas y sus interacciones. Se utilizaron tres métodos de muestreo (succión, observación directa y acecho) en dos olivares durante tres años y mediante microscopía confocal se determinaron los tipos de pólenes que portaban las abejas. Se identificaron 19 géneros pertenecientes a seis familias, siendo las más abundantes y diversas Apidae, Andrenidae y Halictidae. Las especies vegetales más visitadas fueron *Borago officinalis*, *Echium vulgare*, *Calendula officinalis* y *Diplotaxis* sp., y los pólenes de *E. vulgare* y *C. officinalis* fueron observados en un mayor número de géneros de abejas. Estos resultados podrán ser utilizados para diseñar programas de conservación de las abejas silvestres.

Palabras clave: Biodiversidad, Servicios ecosistémicos, Apoidea, Polinizadores.

ABSTRACT

Community of bees associated to ground covers in olive orchards. Biodiversity in agroecosystems provides different ecosystem services such as biological control or pollination. In olive orchards the role played by plant covers in conserving pollinators is poorly known, and therefore the aim of the present work was to determine the families and genera of bees associated with these covers and their interactions. For this, three sampling methods were used (suction, direct observation, and spying) in two olive orchards for three years. With a confocal laser scanning microscope, the types of pollen carried by the bees were determined. A total of 19 genera of bees were identified, belonging to 6 families, the most abundant and diverse being Apidae, Andrenidae, and Halictidae. The most visited plants were *Borago officinalis*, *Echium vulgare*, *Calendula officinalis*, and *Diplotaxis* sp., and the pollen of *E. vulgare* and *C. officinalis* was found in the greatest number of bee genera. These results may be useful in designing conservation programmes for wild bees.

Key words: Biodiversity, Ecosystem services, Apoidea, Pollinators.

Foto: Abeja sobre flor de *Convolvulus arvensis*.

En el olivar, como en otros agroecosistemas, las nuevas políticas dirigidas hacia la sostenibilidad del cultivo están enfocadas al mantenimiento de la biodiversidad mediante la reducción del uso de fitosanitarios al mínimo necesario y a la conservación de las infraestructuras ecológicas dentro y fuera del cultivo. Entre las infraestructuras más estudiadas en el agroecosistema del olivar se encuentran las cubiertas vegetales, las cuales proporcionan importantes servicios ecosistémicos como el reciclado de nutrientes o la retención de la erosión (GÓMEZ *et al.*, 2009). La presencia de especies vegetales diferentes al cultivo aporta importantes recursos a la artropodofauna presente como polen, néctar, refugio y huéspedes alternativos, por lo que se ha comprobado que juegan un papel importante en el incremento y conservación de los enemigos naturales de diferentes plagas que afectan al olivar (RODRÍGUEZ *et al.*, 2012; PAREDES *et al.*, 2013; PORCEL *et al.*, 2016). Sin embargo, poco se sabe del papel de estas infraestructuras en la conservación de los insectos polinizadores en el olivar, los cuales son un grupo de organismos de extraordinaria importancia para la conservación de los agroecosistemas, ya que, además de ser esenciales para la polinización de numerosos cultivos, son indicadores del grado de complejidad ambiental, del nivel de preservación de la vegetación natural y del grado de deterioro de ciertas áreas (QUARANTA *et al.*, 2004). La pérdida de polinizadores salvajes está siendo compensada con *Apis mellifera*, aunque se ha demostrado que los polinizadores salvajes son más efectivos (GARIBALDI *et al.*, 2013). Así pues, se están realizando grandes esfuerzos para recuperar las poblaciones de los polinizadores salva-

jes en los agroecosistemas donde se ha observado que la conservación de la vegetación nativa existente en los alrededores de las áreas cultivadas es esencial para mantener poblaciones estables de los mismos, ya que les proporcionan alimento, lugares de nidificación y otros recursos indispensables para su supervivencia (CARVALHEIRO *et al.*, 2012).

Entre los diferentes grupos de polinizadores, las abejas son consideradas las más eficientes y su diversidad depende de las características ecológicas de cada área. La atracción que las flores ejercen sobre los polinizadores está influenciada por los compuestos volátiles que éstas emiten, el color, la disponibilidad de polen, la forma floral, la concentración de azúcares y néctar o diferentes combinaciones de estos factores (PECETTI *et al.*, 2002). Por todo ello, y desde el punto de vista de su conservación, es muy importante conocer las relaciones específicas entre las flores y las abejas, lo que permitirá determinar los hábitats más adecuados para mantener su comunidad (BLAAUW y ISAACS, 2014).

El objetivo de este trabajo es determinar las familias y géneros de abejas asociadas a la cubierta vegetal (natural y sembrada) existente entre las calles de los olivos y conocer las interacciones entre ellas y las especies vegetales presentes.

Material y métodos

Zona de estudio y diseño de los ensayos

El estudio se llevó a cabo durante tres años en dos fincas de olivar situadas en el término municipal de Campillos (Málaga) (año 2010) y en Pinos Puente (Granada) (año 2011–12). La climatología es mediterráneo–continental. En cada finca se eligieron dos zonas entre las calles de los olivos existiendo una distancia entre ellas de 80 m. En cada zona se seleccionaron dos parcelas de 40 m x 4 m, una con cubierta sembrada y otra con cubierta natural separadas entre sí 25 m. La siembra en los tres años de estudio fue manual a voleo y se realizó durante el invierno en 2010 y 2011, y en primavera en 2012.

Especies vegetales

Durante abril y mayo se realizó un seguimiento quincenal de la evolución de las especies vegetales, determinando su abundancia y la presencia de flores. Para la selección de las especies sembra-

das se consideró su atraktividad a polinizadores e insectos útiles, el periodo de floración, la facilidad de manejo, la adaptabilidad al olivar andaluz y el precio de las semillas. En Campillos se sembró una mezcla de ocho especies vegetales y en Pinos Puente de 11 (*Cuadro 1*).

Observación y recogida de abejas

Observación directa y capturas al acecho

Durante las visitas para el seguimiento de las cubiertas vegetales, se anotó la presencia de abejas y a qué planta estaban asociadas durante 10 minutos por parcela. Al objeto de determinar los pólenes que portaban las diferentes abejas, durante el año 2012 se realizaron capturas al acecho cuando las abejas estaban visitando las flores. Tanto la flor como el polinizador, se guardaron congelados a -20°C hasta que se procedió a la preparación microscópica del polen adherido al cuerpo de la abeja y del polen de la flor.

Captura por succión

La recogida de las abejas asociadas a las cubiertas se hizo con una aspiradora de insectos (STIHL mod. BR–420) en la parte central de cada parcela y durante cuatro minutos. Se realizaron dos muestreos por año, uno en mayo y otro en junio. Las muestras fueron congeladas hasta su observación bajo microscopio estereoscópico, identificándose a nivel de familia, género o especie.

Microscopía confocal

La autofluorescencia de la exina de los granos de polen fue observada en un microscopio confocal C1 (Nikon, Japón), como se describe en CASTRO *et al.* (2010). Se generaron series de imágenes que fueron proyectadas en un solo plano. La identificación taxonómica del polen se realizó mediante comparación de parámetros palinológicos clásicos con una palinoteca propia.

Resultados y discusión

Especies vegetales

La diversidad y abundancia de las especies vegetales presentes en las cubiertas de las calles de los olivos durante el periodo de estudio fueron diferentes (*Cuadro 2*), lo cual viene determinado por distintos factores entre los que juega un

CUADRO 1. Especies vegetales sembradas durante los tres años de estudio.

Familia	Especie	Campillos	Pinos puente
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i>		x
	<i>Daucus carota</i>	x	
	<i>Foeniculum vulgare</i>	x	
Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i>	x	
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i>	x	x
	<i>Echium vulgare</i>	x	x
Brassicaceae	<i>Diplotaxis catholica</i>		x
	<i>Moricandia moricandioides</i>	x	
Caryophyllaceae	<i>Silene vulgaris</i>		x
Compositae	<i>Calendula arvensis</i>		x
	<i>Calendula officinalis</i>		x
Fabaceae	<i>Hedysarum coronarium</i>	x	
	<i>Melilotus officinalis</i>	x	x
	<i>Vicia sativa</i>		x
Lamiaceae	<i>Salvia verbenaca</i>		x
Ranunculaceae	<i>Nigella damascena</i>		x

papel importante la climatología, así como la fecha y modo de siembra, densidad de semillas o la composición de la mezcla de semillas (SÁNCHEZ *et al.*, 2016). Los años 2010 y 2011 fueron lluviosos, lo que favoreció el desarrollo de las cubiertas, pero también provocó la pérdida de algunas semillas por escorrentía. Sin embargo el año 2012 fue frío y seco. Algunas de las especies sembradas no evolucionaron y otras como *Borago officinalis* y *Echium vulgare*, entre las sembradas, y *Diplotaxis* sp. y *Convolvulus* sp., entre las silvestres, estuvieron presentes en los tres años de estudio. Otras especies relevantes fueron *Calendula officinalis*, *Matricaria chamomilla*, *Coriandrum sativum* y *Anacyclus clavatus* (Cuadro 2). Estas especies son frecuentes en otras zonas oliveras ya que en su mayoría están muy adaptadas a las especiales condiciones ambientales del olivar mediterráneo y a los manejos aplicados (SAAVEDRA y PASTOR, 2002). Algunas de ellas, han sido señaladas en el cultivo de cebada cervecera como especies de interés en márgenes florales debido a su buena emergencia y recubrimiento (VIÑUELA *et al.*, 2014).

CUADRO 2. Porcentaje de las especies vegetales presentes en los tres años de estudio.

Especies vegetales	2010	2011	2012
<i>Anacyclus clavatus</i>	0	0	30
<i>Borago officinalis</i>	14	20	8
<i>Calendula arvensis</i>	0	0	3
<i>Calendula officinalis</i>	0	15	10
<i>Capsella–bursa–pastori</i>	0	0	0,5
<i>Cardus pycnocephalus</i>	0	0	0,5
<i>Chenopodium</i>	0	0,5	0
<i>Cichorium intybus</i>	0	0	2
<i>Convolvulus</i> sp.	3	2	2,5
<i>Coriandrum sativum</i>	0	14	8
<i>Crepis</i> sp.	0	0	9
<i>Daucus carota</i>	12	0	0
<i>Diplotaxis</i> sp.	23	8	9
<i>Echium vulgare</i>	9	12	8,5
<i>Foeniculum vulgare</i>	3	0	0
<i>Galucium comiculatum</i>	0	0	0,5
<i>Hedysarum coronarium</i>	8	0	0
<i>Matricaria chamomilla</i>	15	18	0
<i>Melilotus officinalis</i>	3	0	1
<i>Miosotis</i> sp.	0	0	0,5
<i>Moricandia moricandioides</i>	7	0	0
<i>Nigella damascena</i>	0	0	0,5
<i>Papaver</i> sp.	0	2	2,5
<i>Rubiaceae</i>	3	0	0
<i>Salvia verbenaca</i>	0	0	1
<i>Silene vulgaris</i>	0	7	3
<i>Sonchus asper</i>	0	1	0
<i>Vicia sativa</i>	0	0,5	0

Familias de abejas

Durante todo el periodo de estudio se registraron un total de 741 abejas. Mediante observación directa se contabilizaron 27 *A. mellifera* y 308 abejas silvestres. En el caso del muestreo por succión se recogieron 346 individuos y 60 mediante acecho (Cuadro 3). Fueron identificados 19 géneros pertenecientes a seis familias, por lo que están representadas todas las familias descritas en España

CUADRO 3. Número de individuos capturados según las diferentes familias y géneros mediante succión y acecho.

Familia	Género	Especie	Succión	Acecho	Total
Apidae	<i>Apis</i>	<i>Apis mellifera</i>	101	4	105
	<i>Eucera</i>	<i>Eucera eucnemidae</i>	0	1	1
		<i>Eucera cineraria</i>	0	3	3
		<i>Eucera</i> sp.	17	17	34
	<i>Ceratina</i>	<i>Ceratina cyanea</i>	0	1	1
		<i>Ceratina</i> sp.	1	0	1
	<i>Nomada</i>	<i>Nomada</i> sp.	17	2	19
<i>Tetralonia</i>	<i>Tetralonia</i> sp.	0	1	1	
Total			136	29	165
Andrenidae	<i>Andrena</i>	<i>Andrena paucisquama</i>	1	0	1
		<i>Andrena hesperia</i>	1	0	1
		<i>Andrena</i> sp.	26	1	27
	<i>Panurginus</i>	<i>Panurginus</i> sp.	78	0	78
	<i>Panurgus</i>	<i>Panurgus bankisianus</i>	0	2	2
		<i>Panurgus</i> sp.	17	8	25
Total			123	11	134
Halictidae	<i>Halictus</i>	<i>Halictus sedalonus</i>	0	1	1
		<i>Halictus</i> sp.	42	7	49
	<i>Lasioglossum</i>	<i>Lasioglossum convexiusculum</i>	1	0	1
		<i>Lasioglossum</i> sp.	28	1	29
	<i>Systropha</i>	<i>Systropha</i> sp.	10	4	14
	<i>Nomia</i>	<i>Nomia</i> sp.	1	0	1
	<i>Sphecodes</i>	<i>Sphecodes</i> sp.	1	0	1
<i>Rophites</i>	<i>Rophites</i> sp.	1	0	1	
Total			84	13	97
Colletidae	<i>Hylaeus</i>	<i>Hylaeus annularis</i>	1	0	1
		<i>Hylaeus</i> sp.	1	0	1
Total			2	0	2
Melittidae	<i>Macropis</i>	<i>Macropis</i> sp.	1	0	1
Megachilidae	<i>Osmia</i>	<i>Osmia ancey</i>	0	2	2
		<i>Osmia</i> sp.	0	1	1
	<i>Lithurgus</i>	<i>Lithurgus</i> sp.	0	2	2
	<i>Megachile</i>	<i>Megachile</i> sp.	0	2	2
Total			0	7	7

(ORTIZ-SÁNCHEZ, 2011; AGUADO *et al.*, 2015), lo que pone de manifiesto su potencial para la conservación de las abejas silvestres. En este sentido, MORANDI y KREMEN (2013) indican que, aunque las abejas silvestres pueden utilizar numerosos recursos, la diversidad de plantas nativas es esencial

para el mantenimiento de su diversidad. Las familias más abundantes y diversas fueron Apidae, Andrenidae y Halictidae (Cuadro 3).

A. mellifera estuvo presente en los tres años de estudio y en los tres sistemas de muestreo, pero las abejas silvestres fueron más abundantes. Un

soluciones que optimizan el rendimiento del olivo



Principales productos recomendados:

- codargon
- codamin B-Mo
- codasting
- codafol N33
- codafol 13-13-13
- codafol 14-6-5
- codafol K30
- codafol K35 acid
- codamin 150
- dalgin Mg
- codamix
- codaphos potasio



coda

su marca de referencia

hecho idéntico ocurre en márgenes de cultivos revegetados con especies similares (SÁNCHEZ *et al.*, 2016) o en márgenes florales asociados a cultivos ecológicos de manzano, donde la comunidad de especies vegetales es diferente a la indicada en los olivares estudiados (MIÑARRO y PRIDA, 2013). Estos resultados revelan que la presencia de diferentes especies vegetales en las cubiertas contribuye a proporcionar los requerimientos individuales de las abejas silvestres, lo que reduce la predominancia de *A. mellifera* observada en masas florales monoespecíficas (MONTERO-CASTAÑO *et al.*, 2016).

Entre las abejas silvestres registradas, los géneros más abundantes fueron *Panurginus*, seguido de *Halictus*, *Eucera*, *Lassioglossum* y *Andrena* (Cuadro 3). Son géneros asociados a setos herbáceos en comparación con los arbustivos (SÁNCHEZ *et al.*, 2016) y que también destacan en los márgenes florales del cultivo de cebada cervecera, donde las abejas minadoras fueron las más frecuentes y diversas (VIÑUELA *et al.*, 2014).

Relación entre las abejas y las especies vegetales

De las 27 especies vegetales presentes en las cubiertas, se pudo comprobar las visitas a 13 de ellas y las preferencias de las abejas variaron, ya que son altamente específicas en su respuesta a diferentes tipos de flores (CAMPHELL *et al.*, 2012). *B. officinalis* fue la más visitada seguida de *Calendula officinalis*, *C. arvensis*, *Echium vulgare* y *Diplotaxis* sp. (Cuadro 4). La abundancia de estas especies vegetales fue relevante y algunas de ellas estuvieron presentes los tres años de estudio. Otras plantas a las que acudieron las abejas de forma significativa fueron *Crepis* sp., *M. chamomilla* y *A. clavatus* (Cuadro 4).

La atraktividad de *B. officinalis* para las abejas es bien conocida y aunque es una especie rica en polen y néctar, éstas buscan fundamentalmente su néctar siendo especialmente visitada por las abejas melíferas (BARBIR *et al.*, 2015), lo cual podría limitar el acceso de otras abejas. La competencia entre las abejas melíferas y las silvestres por el mismo recurso ha sido ampliamente estudiada y aunque en muchas ocasiones se ha observado una interacción negativa es necesario determinar si la

CUADRO 4. Número de abejas que fueron observadas visitando diferentes especies vegetales.

Especies vegetales	Observación directa			Acecho 2012	Total
	2010	2011	2012		
<i>Anacyclus clavatus</i>	0	0	1	5	6
<i>Borago officinalis</i>	14	15	6	4	39
<i>Calendula arvensis</i>	0	0	7	12	19
<i>Calendula officinalis</i>	0	10	6	6	22
<i>Cardus pycnocephalus</i>	0	0	0	2	2
<i>Cichorium intybus</i>	0	0	2	2	4
<i>Convolvulus</i> sp.	0	0	3	2	5
<i>Coriandrum sativum</i>	0	4	1	0	5
<i>Crepis</i> sp.	0	0	1	11	12
<i>Diplotaxis</i> sp.	10	5	2	1	18
<i>Echium vulgare</i>	3	3	1	13	20
<i>Foeniculum vulgare</i>	1	0	0	0	1
<i>Matricaria chamomilla</i>	4	5	0	0	9
<i>Papaver</i> sp.	0	0	1	1	2
<i>Silene vulgaris</i>	0	0	0	1	1

supervivencia de las especies nativas está realmente amenazada (PAINI, 2004).

El elevado número de visitas observado sobre *C. officinalis* durante los años 2011 y 2012 (Cuadro 4) podría deberse a su destacada presencia en las cubiertas vegetales (Cuadro 2) ya que existe una correlación entre el número de visitas de las abejas y la densidad floral. Aunque la atraktividad de las plantas es considerada una característica importante para la selección de las mismas en la conservación de los polinizadores, otro factor a tener en cuenta es la duración de la floración. *C. officinalis* y *C. arvensis* cumplen ambos requisitos, atrayendo a abejas y otros polinizadores como lepidópteros y sírfidos. Sin embargo, en el caso de *C. arvensis*, no es recomendada como maleza (BARBIR *et al.*, 2015).

E. vulgare es una especie ruderal y nitrófila y estuvo bien representada en los tres años de estudio (Cuadro 2). Se pudo comprobar que es frecuentemente visitada por diferentes abejas, lo cual es debido al contraste de sus pétalos morados y el aroma floral para atraer a diferentes polinizadores (AGUADO *et al.*, 2015). Otra especie de este género,

CUADRO 5. Pólenes portados por diferentes géneros de abejas.

	<i>Anacyclus clavatus</i>	<i>Borago officinalis</i>	<i>Calendula arvensis</i>	<i>Calendula officinalis</i>	<i>Cardus pinocephalus</i>	<i>Chichorium intybus</i>	<i>Crepis sp.</i>	<i>Diploptaxis sp.</i>	<i>Echium vulgare</i>	<i>Olea europea</i>
Fam. Apidae										
<i>Apis</i>		x								
<i>Eucera</i>	x		x	x	x	x	x		x	x
<i>Ceratina</i>									x	
Fam Andrenidae										
<i>Panurgus</i>	x			x		x	x		x	x
<i>Andrena</i>							x			
Fam. Halictidae										
<i>Halictus</i>	x		x	x		x	x	x	x	x
<i>Lassioglossum</i>				x					x	
<i>Systropha</i>		x	x	x						x
Fam. Megachilidae										
<i>Lithurgus</i>				x			x		x	
<i>Osmia</i>					x				x	
<i>Megachile</i>				x	x				x	

E. plantagineum, es citada por su atractividad para las abejas, aunque requiere de arado para controlar su elevado potencial de autosiembra (BARBIR *et al.*, 2015).

En los olivares de estudio se ha advertido la constante presencia de *Diploptaxis sp.*, así como su utilización por las abejas como fuente de alimento. Estas plantas tienen flores de tamaño pequeño y tallos largos y finos por lo que son mecidas por el viento con gran facilidad y este balanceo es asociado por numerosas abejas con importantes recompensas de polen y néctar (AGUADO *et al.*, 2015). Actualmente, especies como *Diploptaxis tenuifolia* está siendo recomendada para su implantación en agroecosistemas del centro de España por su eficacia a la hora de reproducirse y de atraer abejas y sírfidos (BARBIR *et al.*, 2015).

Número y tipo de pólenes asociados a cada especie de abeja

Las 60 abejas capturadas al acecho pertenecen a 11 géneros y portaban pólenes correspondientes a 10 especies vegetales. El número de pólenes diferentes que llevaba una abeja osciló desde cero hasta cuatro. Así, se observaron adultos de *Euce-*

ra y *Systropha* que no transportaban en su cuerpo ningún tipo de polen en el momento de su captura y otros del género *Eucera* con hasta cuatro tipos. El 68,4% de los adultos capturados portaban uno o dos tipos de pólenes, el 21% tres y el 5,3% cuatro. Este hecho viene determinado porque las preferencias florales varían según la especie de abeja y se clasifican en función del número de plantas cuyos recursos explotan. Así, se pueden encontrar desde especies poliléticas, que aprovechan los recursos de un gran número de plantas con flores, hasta especies monoléticas que limitan su alimentación estrictamente a una sola especie vegetal, como es el caso de *Hoplitis adunca* (Megachilidae) que sólo visita las flores de *E. vulgare*. Otros factores a tener en cuenta son la velocidad de forrajeo, que hace referencia al número de flores visitadas por minuto y que varía ampliamente según el polinizador y el tipo de flor explotada, así como el tamaño del cuerpo de la abeja ya que la cantidad de alimento que transporta depende del mismo (AGUADO *et al.*, 2015).

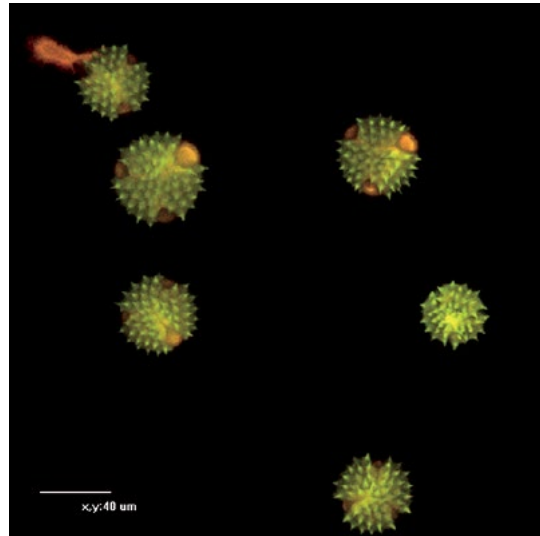
De acuerdo con la diversidad de pólenes asociados a los géneros *Eucera* y *Halictus*, (ocho en cada caso), se puede decir que son los que visitan

un mayor número de especies vegetales diferentes de las presentes en las cubiertas del olivar, seguidas de *Panurgus* en cuyos individuos se han observado seis tipos de pólenes (Cuadro 5). Por el contrario, los adultos de *Ceratina*, *Andrena* y *A. mellifera* solamente portaban un tipo de polen. En el caso de la abeja melífera, clasificada como poliléctica, el polen encontrado en su cuerpo corresponde a *B. officinalis*, la cual es considerada la planta más atractiva para esta abeja en otros agroecosistemas (BARBIR *et al.*, 2015). No obstante, durante el estudio también fue observada visitando las flores del olivo y de *Silene vulgaris*. Los géneros recogidos mediante acecho (Cuadro 5) pertenecen al grupo de abejas polilécticas y oligolécticas, y aunque todas dependen del polen y néctar, el rango floral que cada una explota puede variar en función de las características de las plantas y morfología floral, así como las preferencias innatas de los insectos y su capacidad de forrajeo (CAMPBELL *et al.*, 2012).

Para una planta es importante atraer a diferentes especies polinizadoras pues de esta manera asegura la transferencia del polen cada año. El polen de *E. vulgare* fue encontrado sobre ocho géneros de abejas, el de *C. officinalis* sobre siete y el de *Crepis* sp. sobre cinco (Cuadro 5), lo que podría estar relacionado con la abundancia de estas especies vegetales en las cubiertas y su capacidad de atracción (Cuadros 2 y 4). El polen de *Diplotaxis* sp. fue determinado en el cuerpo de *Halictus* sp., y aunque es un género reconocido por su atracción hacia las abejas, también es visitado por otros polinizadores como dípteros, lepidópteros y otros himenópteros (AGUADO *et al.*, 2015).

El polen del olivo (*Olea europaea* L.) fue detectado en el cuerpo de individuos pertenecientes a las tres familias de abejas recolectadas; Apidae, Andrenidae y Halictidae (Cuadro 4). En olivares italianos, *A. mellifera* fue la especie que con más frecuencia visitaba las flores del olivo, aunque tres especies de la familia Halictidae también fueron observadas (CANALE y LONI, 2010), lo que podría indicar que, aunque la polinización del olivo se produce fundamentalmente por el viento, los insectos polinizadores podrían suponer un complemento a la misma (GRIGGS *et al.*, 1979).

A. clavatus fue la especie vegetal más abundante durante 2012 y aunque el número de visitas reci-



Fotomicrografías de granos de polen de *Calendula arvensis* aislados de la superficie corporal de abejas y obtenidas mediante microscopia confocal. Las imágenes muestran la autofluorescencia de la exina tras el ensamblaje de múltiples secciones ópticas.

bidas fue bajo, su polen fue encontrado sobre los géneros *Eucera*, *Panurgus* y *Halictus*. Sobre estos mismos géneros fue observado el polen de *Cichorium intybus* con la diferencia de que su presencia en las cubiertas fue escasa (Cuadros 2, 4 y 5). Algunas especies del género *Cardus* atraen a los polinizadores por los colores morados o malvas de sus flores. En el caso de *Cardus pycnocephalus*, aunque solo estuvo presente en 2012 y en forma muy escasa, se pudo comprobar que individuos de los géneros *Eucera*, *Osmia* y *Megachile* llevaban su polen (Cuadros 2 y 5). Estos resultados señalan la complejidad de las interacciones entre las abejas y las plantas y la importancia de la diversidad floral, que permite el incremento de recursos para polinizadores con diferentes grados de especialización (FRÜND *et al.*, 2010).

En resumen, se puede indicar que especies como *B. officinalis*, *E. vulgare*, *C. officinalis* y *Diplotaxis* sp. juegan un papel importante en la atracción de abejas silvestres hacia las cubiertas vegetales en el olivar, aunque especies menos abundantes de la flora espontánea han de ser consideradas. La comunidad de abejas asociada a las cubiertas vegetales es muy diversa y está formada por 19 géneros pertenecientes a seis fami-

lias. Nuestros resultados indican que la presencia de una diversidad floral en las vastas extensiones de olivar en España tiene el potencial de promover la conservación y presencia de la comunidad de abejas aquí descrita. •

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto “Operación polinizador” subvencionado por la empresa Syngenta Agro S.A. Queremos agradecer la ayuda a German Cano, Juan Trigo (Syngenta Agro S.A.) y Cándido Gálvez (Semillas Silvestres, S.L.) en el desarrollo de los ensayos de campo, a las fincas colaboradoras (Torres Morente y Cooperativa Hojiblanca) y a Óscar Aguado y Javier Ortiz por su apoyo en la identificación de las abejas.

Las imágenes de microscopía confocal correspondientes a pólenes fueron obtenidas en el servicio CTEM de la Estación Experimental del Zaidín (CSIC) de Granada. Agradecemos a Alicia Rodríguez su asistencia técnica en la captura y procesamiento de dichas imágenes.

Bibliografía

- AGUADO O, FERERES A, VIÑUELA E. (2015). Guía de campo de los polinizadores de España. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 340pp.
- BARBIR J, BADENES-PÉREZ FR, FERNÁNDEZ-QUINTANILLA C, DORADO J. (2015). The attractiveness of flowering herbaceous plants to bees (Hymenoptera: Apoidea) and hoverflies (Diptera: Syrphidae) in agro-ecosystems of Central Spain. *Agricultural and Forest Entomology* 17: 20–28.
- BLAAUW BR y ISAACS R. (2014). Flower planting increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop. *Journal Applied Ecology* 51: 890–898.
- CAMPBELL AJ, BIESMEIJER JC, VARMA V, WACKERS FL. (2012). Realising multiple ecosystem services based on the response of three beneficial insect groups to floral traits and trait diversity. *Basic and Applied Ecology* 13: 363–370.
- CANALE A, LONI A. (2010). Insects visiting olive flowers (*Olea europaea* L.) in Tuscan olives grove. *Redia* XCIII: 95–98.
- CARVALHEIRO LG, SEYMUR CL, NICOLSON SW, VELDTMAN R. (2012). Creating patches of native flowers facilitates crop pollination in large agricultural fields: mango as a case study. *Journal Applied Ecology* 49: 1373–1383.
- CASTRO AJ *et al.*, (2010). Taxonomical discrimination of pollen grains by using confocal laser scanning microscopy (CLSM) imaging of autofluorescence. En: “Microscopy: Science, Technology, Applications and Education” Vol. 1. A Méndez-Vilas and J Díaz Álvarez (Eds.). Formatex Research Center pp: 607–613.
- FRÜND J, LINSENMAYER KE, BLÜTHGEN N. (2010). Pollinator diversity and specialization in relation to flower diversity. *Oikos* 119: 1581–1590.
- GARIBALDI LA *et al.*, (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 339: 1608–1611.
- GÓMEZ JA, GIRÁLDEZ JV, FERERES E. (2009). The influence of cover crops and tillage on water and sediment yield, and on nutrient, and organic matter losses in an olive orchard on a sandy loam soil. *Soil and Tillage Research* 106: 137–144.
- GRIGGS WH, HARTMANN HT, BRADLEY MV, IWAKIRI BT, WHISLER JE. (1979). Olive pollination in California. *California Agricultural Experimental Station Bulletin* 869, 50pp.
- MIÑARRO M, PRIDA E. (2013). Hedgerow surrounding organic apple orchards in north-west Spain: potential to conserve beneficial insects. *Agricultural and Forest Entomology* 15: 382–390.
- MORANDI LM, KREMEN C. (2013). Bee preference for native versus exotic plants in restored agricultural hedgerows. *Restoration Ecology* 21(1): 26–32.
- MONTERO-CASTAÑO A, ORTIZ-SÁNCHEZ FJ, VILÀ M. (2016). Mass flowering crops in a patchy agricultural landscape can reduce bee abundance in adjacent shrublands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 223: 22–30.
- ORTIZ-SÁNCHEZ FJ. (2011). Lista actualizada de las especies de abejas de España (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 49: 265–281.
- PAINI DR. (2004). Impact of the introduced honey bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: A review. *Austral Ecology* 29: 399–407.
- PAREDES D, CAYUELA L, CAMPOS M. (2013). Synergistic effects of ground cover and adjacent natural vegetation on natural enemies of olive insect pests. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 173: 72–80.
- PECETTI L, TAVA A, FELICOLI A, PINZAUTI M, PIANO, E. (2002). Effects of three volatile compounds from lucerne flowers on their attractiveness towards pollinators. *Bulletin of Insectology* 55(1–2): 21–27.
- PORCEL M, COTES B, CASTRO J, CAMPOS M. (2016). The effect of resident vegetation cover on abundance and diversity of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) on olive trees. *Journal of Pest Science*. DOI 10.1007/s10340-016-0748-5.
- QUARANTA M, *et al.*, (2004). Wild bees in agroecosystems and semi-natural landscapes. 1997–2000 collection period in Italy. *Bulletin of Insectology* 57(1): 11–61.
- RODRÍGUEZ E, GONZÁLEZ B, CAMPOS M. (2012). Natural enemies associated with cereal cover crops in olive groves. *Bulletin of Insectology* 65(1): 43–49.
- SAAVEDRA M, PASTOR M. (2002). Sistemas de cultivo en olivar. Manejo de malas hierbas y herbicidas. Ed. Agrícola Española.
- SÁNCHEZ JA, PÉREZ MARCOS M, IBÁÑEZ H, LA-SPINA M, CARRASCO A, LÓPEZ E, RAMÍREZ MJ, LACASA A, ORTIZ-SÁNCHEZ FJ, VARÓ P. (2016). Los setos de vegetación aumentan la abundancia y diversidad de los polinizadores en el entorno de los cultivos en zonas de agricultura intensiva. *Phytoma España* 280: 53–56.
- VIÑUELA E, AZPIAZU C, ADÁN A, MORALES I, BUDIA F, DEL ESTAL P, MEDINA P, CANOMANUEL G, FERERES A. (2014). Manejo de márgenes florales en los cultivos para la conservación de polinizadores. *Agrícola Verge*: 1–3.