

CIENCIAS EXPERIMENTALES



# LOS APOIDEA APIFORMES COMO BIO-INDICADORES DEL MANEJO SOSTENIBLE DEL OLIVAR

José Lara Ruiz

RESUMEN: La intensificación de las prácticas agrícolas contribuye a la disminución de muchos taxones, como los insectos y las plantas silvestres. Las malas hierbas son serias competidoras para la producción de cultivos y por lo tanto son controladas. No obstante, las malezas mejoran la diversidad floral y entomológica en los paisajes agrícolas. Las malezas proveen alimento (néctar y polen) a los insectos a cambio de polinización.

En este trabajo, proponemos a los *Apoidea* como bio-indicadores de las prácticas de sostenibilidad agrícolas en el olivar.

PALABRAS CLAVE: Apoidea, malas hierbas, polinización, bioindicadores, sostenibilidad, olivar.

ABSTRACT: The intensification of agricultural practices contributes to the decline of many taxa such as insects and wildplants. Weeds are serious competitors for crop production and are thus controlled. Nonetheless, weeds enhance floral-entomological diversity in agricultural landscapes. Weeds provide food (nectar and pollen) for insects in exchange for pollination.

In this work, we propose the *Apoidea* as bio-indicators of agricultural sustainability practices in the olive grove.

KEY WORDS: Apoidea, weeds, pollination, bioindicators, sustainability, olive grove

## INTRODUCCIÓN

La intensificación de las prácticas agrícolas contribuye a la disminución de insectos polinizadores y plantas silvestres (“malas hierbas”). Las “malas hierbas” son serias competidoras para la producción de cultivos y, por lo tanto, son controladas. No obstante, mejoran la diversidad floral en los agroecosistemas, ya que proveen alimento (néctar y polen) a los insectos, principalmente a las abejas (Rolling *et al.*, 2013) a cambio de polinización. La estabilidad de las interacciones mutualistas en las redes de polinización depende de la conservación de los insectos polinizadores y las

comunidades de malas hierbas (Rollin *et al.*, 2016). Entre los insectos visitantes de las “malas hierbas” predominan las abejas (Bretagnolle & Gaba, 2015). En este trabajo se estudian los Apoideos visitantes de los cardales de los márgenes como bio-indicadores de un manejo sostenible del olivar. Los cardales forman parte de la vegetación natural de los márgenes de los cultivos. Los márgenes de los cultivos están formados por la vegetación espontánea no cultivada adyacente al cultivo. Suelen contener una alta biodiversidad, mayor que la que se encuentra dentro de los campos de cultivo (Pallvacini *et al.*, 2015).

## MATERIAL Y METODOS

El clima de la zona de estudio, como el de toda la provincia de Jaén es mediterráneo con temperaturas moderadas (Bassa *et al.*, 2012). Las observaciones se llevaron a cabo en la Sierra de las Cuatro Villas, Bardazoso, Iznatoraf (Jaén, SE Península Ibérica), 30SWH01, 850m (piso bioclimático mesomediterráneo inferior). Se seleccionaron dos parcelas de olivar, a 2 km de distancia una de la otra. El manejo de una es ecológico (libre de pesticidas) y el de la otra, intensivo (con el uso de pesticidas). En cada parcela se seleccionó un cuadrado de 10 x 10 olivos. En la primera parcela, las observaciones se efectuaron sobre tres carduales densos y altos (*Carduo bourgaeani-Silybetum mariani* Rivas-Martínez *in* Rivas-Martínez, Costa & Loidi 1992), situados en el borde, a 1 m. de distancia del olivar (separado el primero del segundo por 2 m y éste del tercero por 3 m) y un pastizal denso (*Galactico tomentosae-Vulpietum geniculatae* O. Bolòs & Molinier 1969), situado dentro del olivar, en el que las especies vegetales visitadas por los insectos (*Galactites tomentosus* y *Echium plantagineum*) se encontraban más o menos dispersas por la parcela). En la segunda parcela fueron eliminadas todas las malas hierbas, dentro del olivar mediante la técnica del escardado a mano con un escardillo y fuera, en los márgenes, mediante la aplicación de herbicida. Los tres carduales y el pastizal de la parcela de manejo ecológico y la parcela de olivar de manejo intensivo (márgenes hasta 10m de anchura) y el interior de la parcela se visitaron 2 veces por semana, desde primeros de febrero hasta finales de noviembre del 2017. En total se realizaron 560 horas de observación. El muestreo consistió en inventariar los polinizadores y la planta sobre la que forrageaban las abejas. Las observaciones se realizaron en condiciones meteorológicas óptimas: temperaturas medias superiores a 13°C (desde abril a octubre, ambos incluidos) y un cielo despejado superior al 60%, baja (siempre inferior a 20 km/h) o nula velocidad del viento y sin lluvia (Pywell *et al.*, 2005). Las observaciones de la

actividad de forrajeo de los polinizadores tuvieron lugar entre las 10h y las 17h (horario solar), período de máxima actividad pecoreadora (obs. pers.). Esta franja horaria se repartió en periodos de 15 minutos de observación (intercalados con periodos de 10 minutos de descanso), durante los que se registró la especie de planta y se censaron los Apoideos que contactaban con los estambres o los pistilos de la flor. El orden y la hora del día en que se observó cada estación variaron sistemáticamente. Para la determinación de las plantas se siguió Blanca *et al.* 2009 y para la de los insectos, Alexander & Schwarz, 1994; Brooks, 1988; Ebmer, 1987, 1988, 1989; Friese, 1896; Gulet & Huber, 1993; Gusenleitner, 2002; Müller, 2011; Ormosa & Ortiz, 2004; Terzo & Ortiz-Sánchez, 2004 y Warncke, 1976, 1992. El material se depositó en la colección particular del autor.

## RESULTADOS

TABLA 1.

*Temperaturas medias del periodo de observación*

Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb.	Octubre	Noviemb.
Tª media	9,2	12	14,6	18	23,4	27,8	27,2	23,1	17,2	12,1

### LISTADO DE TAXONES DE PLANTAS Y DE APOIDEOS OBSERVADOS RECOLECTANDO NÉCTAR O POLEN DE ELLAS

#### 1. *Carduo bourgaeani-Silybetum mariani*:

*Silybum marianum* (L.) Gaertn.

**Apoideos observados:** *Andrena angustior*, *A. bicolor*, *A. dorsata propinqua*; *A. flavipes puber*; *A. minutula lenis*; *A. nigroaenea nigrosericea*; *A. pilipes*; *A. thoracica melanoptera*; *A. trimmerana*, *Halictus maculatus*; *H. rubicundus*; *H. scabiosae*; *H. simplex*; *Lasioglossum glabriusculum*; *L. griseolum*; *L. laticeps*; *L. leucozonium cedri*; *L. malachurum*; *L. marginatum*; *L. minutissimum*; *L. morio*; *L. pallens*; *L. parvulum*; *L. pauperatum*; *L. pauxillum*; *L. punctatissimum*; *L. puncticolle*; *L. sexnotatum*; *L. smeathmanellum*; *L. subhirtum*; *L. villosulum*; *L. xanthopus*; *Sphecodes ruficrus*, *Apis mellifera*; *Bombus lapidarius decipiens*; *B. pascuorum bofilli*; *B. pratorum santonae*; *B. terrestris lusitanicus*, *Ceratina cyanea*; *Nomada bifasciata*; *N. fulvicornis fulvicornis*; *N. goodeniana*; *Xylocopa violacea*, *Osmia cornuta cornuta*; *O. rufa rufa*.

*Carduus bourgaeanus* Boiss. & Reut.

**Apoideos observados:** *Andrena angustior*, *A. bicolor*, *A. bimaculata lichata*; *A. dorsata propinqua*; *A. flavipes puber*; *A. humilis*; *A. minutula*

lenis; *A. nigroaenea nigrosericea*; *A. nitida mixtura*; *A. pilipes*; *A. thoracica melanoptera*; *A. trimmerana*, *Halictus maculatus*; *H. rubicundus*; *H. scabiosae*; *H. simplex*; *H. subauratus subauratus*; *Lasioglossum glabriusculum*; *L. griseolum*; *L. laticeps*; *L. leucozonium cedri*; *L. malachurum*; *L. marginatum*; *L. mediterraneum*; *L. minutissimum*; *L. morio*; *L. pallens*; *L. parvulum*; *L. pauperatum*; *L. pauxillum*; *L. punctatissimum*; *L. puncticolle*; *L. sexnotatum*; *L. smeathmanellum*; *L. subhirtum*; *L. villosulum*; *L. xanthopus*; *Sphecodes rubicundus*; *S. ruficrus*, *Apis mellifera*; *Bombus lapidarius decipiens*; *B. pascuorum bofilli*; *B. pratorum santonae*; *B. terrestris lusitanicus*, *Ceratina cyanea*; *Nomada bifasciata*; *N. femoralis*; *N. flavoguttata flavoguttata*; *N. fucata*; *N. fulvicornis fulvicornis*; *N. goodeniana*; *Xylocopa violacea*, *Osmia cornuta cornuta*; *O. rufa rufa*.

*Carduus pycnocephalus* L.

**Apoideos observados:** *Andrena angustior*, *A. bicolor*, *A. bimaculata lichata*; *A. dorsata propinqua*; *A. flavipes puber*; *A. minutula lenis*; *A. nigroaenea nigrosericea*; *A. nitida mixtura*; *A. pilipes*; *A. thoracica melanoptera*; *A. trimmerana*, *Halictus maculatus*; *H. rubicundus*; *H. scabiosae*; *H. simplex*; *H. subauratus subauratus*; *Lasioglossum glabriusculum*; *L. griseolum*; *L. laticeps*; *L. leucozonium cedri*; *L. malachurum*; *L. marginatum*; *L. mediterraneum*; *L. minutissimum*; *L. morio*; *L. pallens*; *L. parvulum*; *L. pauperatum*; *L. pauxillum*; *L. punctatissimum*; *L. puncticolle*; *L. sexnotatum*; *L. smeathmanellum*; *L. subhirtum*; *L. villosulum*; *L. xanthopus*; *Sphecodes rubicundus*; *S. ruficrus*, *Apis mellifera*; *Bombus lapidarius decipiens*; *B. pascuorum bofilli*; *B. pratorum santonae*; *B. terrestris lusitanicus*, *Ceratina cyanea*; *Nomada bifasciata*; *N. femoralis*; *N. flavoguttata flavoguttata*; *N. fucata*; *N. fulvicornis fulvicornis*; *N. goodeniana*; *Xylocopa violacea*, *Osmia cornuta cornuta*; *O. rufa rufa*.

*Carduus tenuiflorus* Curtis

**Apoideos observados:** *Andrena angustior*, *A. bicolor*, *A. bimaculata lichata*; *A. dorsata propinqua*; *A. flavipes puber*; *A. humilis*; *A. lagopus*; *A. minutula lenis*; *A. nigroaenea nigrosericea*; *A. nitida mixtura*; *A. pilipes*; *A. similis similis*; *A. thoracica melanoptera*; *A. trimmerana*, *Halictus maculatus*; *H. rubicundus*; *H. scabiosae*; *H. simplex*; *H. subauratus subauratus*; *Lasioglossum glabriusculum*; *L. griseolum*; *L. laticeps*; *L. leucozonium cedri*; *L. malachurum*; *L. marginatum*; *L. mediterraneum*; *L. minutissimum*; *L. morio*; *L. pallens*; *L. parvulum*; *L. pauperatum*; *L. pauxillum*; *L. punctatissimum*; *L. puncticolle*; *L. sexnotatum*; *L. smeathmanellum*; *L. subhirtum*; *L. villosulum*; *L. xanthopus*; *Sphecodes rubicundus*; *S. ruficrus*, *Apis mellifera*; *Bombus lapidarius decipiens*;

B. pascuorum dusmeti; B. pratorum santonae; B. terrestris lusitanicus, Ceratina cyanea; Nomada bifasciata; N. femoralis; N. flavoguttata flavoguttata; N. fucata; N. fulvicornis fulvicornis; Xylocopa violacea, Osmia cornuta cornuta; O. rufa rufa.

*Carthamus lanatus* L.

**Apoideos observados:** Andrena bicolor, A. bimaculata lichata; A. dorsata propinqua; A. flavipes puber; A. humilis; A. nigroaenea nigrosericea; A. nitida mixtura; A. pilipes; A. thoracica melanoptera; A. trimmerana, Halictus maculatus; H. rubicundus; H. scabiosae; H. subauratus subauratus; Lasioglossum glabriusculum; L. laticeps; L. leucozonium cedri; L. malachurum; L. mediterraneum; L. minutissimum; L. morio; L. pallens; L. parvulum; L. pauperatum; L. pauxillum; L. punctatissimum; L. puncticolle; L. sexnotatum; L. smeathmanellum; L. subhirtum; L. villosulum; L. xanthopus; Sphecodes rubicundus; S. ruficrus, Apis mellifera; Bombus lapidarius decipiens; B. pascuorum dusmeti; B. pratorum santonae; B. terrestris lusitanicus, Ceratina cyanea; N. femoralis; N. fucata; N. fulvicornis fulvicornis; N. goodeniana; Xylocopa violacea, Osmia rufa rufa.

**2. Galactico tomentosae-Vulpietum geniculatae:**

*Galactites tomentosus* Moench

**Apoideos observados:** Andrena angustior, A. bicolor, A. bimaculata lichata; A. dorsata propinqua; A. flavipes puber; A. minutula lenis; A. nigroaenea nigrosericea; A. nitida mixtura; A. pilipes; A. trimmerana, Halictus maculatus; H. rubicundus; H. scabiosae; H. simplex; Lasioglossum glabriusculum; L. leucozonium cedri; L. malachurum; L. marginatum; L. mediterraneum; L. minutissimum; L. morio; L. pallens; L. parvulum; L. pauperatum; L. punctatissimum; L. puncticolle; L. sexnotatum; L. smeathmanellum; L. subhirtum; L. villosulum; L. xanthopus; Sphecodes rubicundus; Apis mellifera; Bombus lapidarius decipiens; B. pascuorum bofilli; B. pratorum santonae; B. terrestris lusitanicus, Ceratina cyanea; Nomada bifasciata; N. flavoguttata flavoguttata; N. fulvicornis fulvicornis; Xylocopa violacea, Osmia cornuta cornuta; O. rufa rufa.

*Echium plantagineum* L.

**Apoideos observados:** Andrena angustior, A. bimaculata lichata; A. dorsata propinqua; A. flavipes puber; A. humilis; A. minutula lenis; A. nigroaenea nigrosericea; A. nitida mixtura; A. pilipes; A. thoracica melanoptera; Halictus maculatus; H. rubicundus; H. simplex;

Lasioglossum glabriusculum; L. griseolum; L. laticeps; L. leucozonium cedri; L. malachurum; L. marginatum; L. minutissimum; L. morio; L. pallens; L. parvulum; L. pauperatum; L. pauxillum; L. punctatissimum; L. puncticolle; L. sexnotatum; L. subhirtum; L. villosulum; L. xanthopus; Sphecodes rubicundus; Apis mellifera; Bombus lapidarius decipiens; B. pascuorum bofilli; B. pratorum santonae; B. terrestris lusitanicus, Ceratina cyanea; Nomada flavoguttata flavoguttata; N. fucata; N. fulvicornis fulvicornis; Xylocopa violacea, Osmia cornuta cornuta; O. rufa rufa.

### 3. PARCELA DE MANEJO INTENSIVO: NINGÚN APOIDEO OBSERVADO

TABLA II.

*Período de floración de la flora sobre la que se observaron los Apoidea*

(Los meses se indican en números romanos)

Especie vegetal	Periodo de floración	Nº de ejemplares en flor	Nº de especies de Apoideos forrajado
<i>Silybum marianum</i>	IV-VIII	27	45
<i>Carduus bourgaenus</i>	III-VII	52	55
<i>Carduus pycnocephalus</i>	III-VII	44	53
<i>Carduus tenuiflorus</i>	III-VIII	49	54
<i>Carthamus lanatus</i>	V-XI	29	46
<i>Galactites tomentosus</i>	II-VII	27	43
<i>Echium plantagineum</i>	II-VIII	21	44

TABLA III.

*Número de especies de Apoidea forrajeando y número de especies en flor*

(Entre paréntesis el porcentaje)

Mes	Nº de especies forrajeando	Nº de especies en flor
Febrero	4 (7%)	2 (28%)
Marzo	23 (41%)	5 (71%)
Abril	48 (80%)	6 (85%)
Mayo	51 (92%)	7 (100%)
Junio	49 (89%)	7 (100%)
Julio	54 (98%)	7 (100%)
Agosto	42 (76%)	4 (57%)
Septiembre	32 (58%)	1 (14%)
Octubre	19 (34%)	1 (14%)
Noviembre	16 (29%)	1 (14%)

## DISCUSIÓN

Las márgenes de los cultivos son ricas en biodiversidad (Pallavacini *et al.*, 2015). Pero la supervivencia de muchos artrópodos en los agrosistemas depende de la idoneidad del hábitat el cual está influenciado por el manejo agrícola y las características del paisaje circundante (Jeanneret *et al.*, 2003). En la zona de estudio, ni en los márgenes ni en la parcela de olivar de cultivo intensivo se encontró ninguna especie de Apoidea mientras que en los márgenes y el interior de la parcela de manejo ecológico se encontró una alta entomofauna de Apoidea polinizadores (57 especies, forrajeando preferentemente sobre los cardales de los márgenes del olivar). Pero es característico de las biocenosis mediterráneas la abundancia de plantas entomófilas y de polinizadores, especialmente abejas (Proctor *et al.*, 1996). Y también se halló una época de plantas en flor muy amplia: desde febrero (*Galactites tomentosus* y *Echium plantagineum*) hasta noviembre (*Carthamus lanatus*), ya que el peculiar clima mediterráneo (inviernos templados y húmedos seguidos de veranos calurosos y secos) establece las condiciones climáticas para que las plantas vasculares florezcan durante todo el año, con el principal período de crecimiento en invierno y un pico de floración en primavera (marzo-mayo) (Petanidou & Ellis, 1996).

La actividad forrajadora de los Apoidea comenzó a primeros de febrero y se prolongó hasta finales de noviembre (29-XI, hasta que se marchitó la última flor de *Carthamus lanatus*). La abeja más temprana observada forrajeando fue *Bombus terrestris* (2-II), sobre *Galactites tomentosa*, a continuación *B. pratorum* (7-II), sobre el mismo cardo y, una semana más tarde *Xylocopa violacea* (14-II), sobre la misma planta. A finales de febrero apareció *Ceratina cyanea* (26-II) sobre *Echium plantagineum* y el mismo día *Apis mellifera*, también sobre la borraginacea (ese día la temperatura entre las 12h en que fue realizady las 13 h en que fueron realizadas las observaciones la temperatura fue excepcionalmente alta: 13°C). En marzo aumenta significativamente el número de especies de Apoidea polinizadoras (de 7% al 41%) en relación con un aumento paralelo de las especies vegetales en flor (del 28% al 71%). Este período puede ser considerado como pre-vernal. Pero son los períodos vernal (abril-mayo) y estival (junio-julio) los de máximo apogeo tanto de especies en flor (85%-100%) como de especies pecoreadoras de Apoidea (80%-98%). A partir de la tercera semana de agosto, mientras que el número de especies vegetales en flor decae bruscamente (desciende hasta el 57%), el descenso de especies de Apoidea forrajeando lo hace mode-

radamente (desciende hasta el 76%). Este corte en la floración marca el período post-estival, caracterizado por descenso aún más brusco de las especies en floración (sólo un 14%), mientras que los Apoideos polinizadores siguen siendo abundantes (58%, 34%, 29%, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre respectivamente). Durante el período de otoño, en la flora mediterránea contrasta la escasez de recursos floríferos con la relativa abundancia de polinizadores. Pero en la región mediterránea, las poblaciones de polinizadores pueden sostenerse hasta cierto punto durante todo el año, aunque su abundancia se reduce en otoño e invierno (de octubre a febrero) (Petanidou & Ellis, 1996).

En Europa, la evaluación, protección y manejo de la biodiversidad en los agroecosistemas es uno de los mayores desafíos del futuro (Bennet *et al.*, 2006), ya que la agricultura representa el principal uso del suelo, representando casi la mitad del suelo del continente (Stoate *et al.*, 2009).

La bioindicación o biomonitoreo es una herramienta muy útil para evaluar el estado de conservación de un ecosistema a partir de los seres vivos que contiene, ya que las comunidades de seres vivos se ven afectadas por el gradiente paisajístico (Burel *et al.*, 2004).

Rollin *et al.* (2016) proponen a los Syphidae como bio-indicadores de las Asteraceae de las tierras de cultivo para una evaluación inicial de la sostenibilidad del manejo agronómico. Pero admiten que estas plantas son poco visitadas por estas moscas. Basándonos en los resultados de este trabajo, nosotros proponemos como bio-indicadores de las Carduoideae de los márgenes de los cultivos a los Apoidea para esta evaluación preliminar, reduciendo la identificación a tres importantes grupos funcionales de Apoidea polinizadores: abejorros (*Bombus*, *Xylocopa*), abeja melífera y abejas solitarias. Ello reduciría considerablemente los costes de muestreo e indentificación, los cuales disminuyen según el nivel taxonómico considerado (Williams & Gaston, 1994).

## CONCLUSIONES

1.–El manejo del olivar influye significativamente sobre la biodiversidad de polinizadores (elevada en la parcela ecológica : 57 especies y nula en la intensiva)

2.–Los Apoideos son buenos bio-indicadores de las técnicas de manejo del olivar.

3.–Es suficiente con identificar sólo 3 grupos funcionales: abejorros, abejas melíferas y abejas solitarias y contabilizar la riqueza de ejemplares.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, B. A. & M. Schwarz. 1994. A catalog of the species of *Nomada* (Hymenoptera: Apoidea) of the World. *The University of Kansas Science Bulletin*, 55(7): 239-270.
- Bassa M, Chamorro L, José-María L, Blanco-Moreno JM and Sans FX (2012). Factors affecting plant species richness in field boundaries in the Mediterranean region. *Biodiversity and Conservation*, 21, 1101-1114.
- Bennet, A. F., Radford, J. Q. & A. Haslem. 2006. Properties of land mosaics: Implications for nature conservation in agricultural environments. *Biological Conservation*, 133: 250-264.
- Bretagnolle V, Gaba S (2015) Weeds for bees? A review. *Agron SustainDev* 35:891–909.
- Brooks, R.W. 1988. Systematics and Phylogeny of the Anthophorine Bees (Hymenoptera: Anthophoridae: Anthophorini). *The University of Kansas Science Bulletin*, 53(9): 436-575.
- Ebmer, A.W. 1987. Die europäischen Arten der Gattungen *Halictus* Latreille 1804 und *Lasioglossum* Curtis 1833 mit illustrierten Bestimmungstabellen (Insecta: Hymenoptera: Apoidea: Halictidae: Halictinae). 1. Allgemeiner Teil, Tabelle der Gattungen. *Senckenbergiana biologica*, 68(1/3): 59-148.
- Ebmer, A.W. 1988. Die europäischen Arten der Gattungen *Halictus* Latreille 1804 und *Lasioglossum* Curtis 1833 mit illustrierten Bestimmungstabellen (Insecta: Hymenoptera: Apoidea: Halictidae: Halictinae). 2. Die Unter-gattung *Seladonia* Robertson 1918. *Senckenbergiana biologica*, 68(4/6) [1987]: 323-375.
- Ebmer, A.W. 1999. Die westpaläarktischen Arten der Gattung *Dufourea* Lepeletier 1841 (Insecta: Hymenoptera: Apoidea: Halictidae: Rophitinae); Vieter Nachtrag. *Linzer biologische Beiträge*, 31(1): 183-228.
- Friese, H., 1896. Die Bienen Europa's. Theil II. Solitare Apiden. Genus *Eucera*. Berlin, 216 pp.
- Goulet, H. & J. Huber. 1993. Hymenoptera of the World: An identification Guide to Families. *Research Branch, Agriculture Canada*, Ottawa, 668 pp.
- Gusneleitner, F. & M. Schwarz. 2002. Weltweite Checkliste der Biengattung *Andrena* mit Bemerkungen und Ergänzungen zu paläarktischen Arten (Hymenoptera, Apidae, Andreninae, *Andrena*). *Entomofauna, Supplement*, 12: 1-1280.
- Jeanneret, P., Schüpbach, B., Pfiffner, L. & T. Walter. 2005. Arthropod reaction to landscape and habitat features in agricultural landscapes. *Landscape ecology*, 18: 253-263.

- Ornosa, C. & F.J. Ortiz-Sánchez. 2004. Hymenoptera, Apoidea I. En: *Fauna Ibérica*, vol. 23. Ramos, M.A. et al. (eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 556 pp.
- Pallavacini, Y., Hernández Plaza, M. E. & J. L. González-Andújar. 2015. Los márgenes de los cultivos y las malas hierbas. *Vida Rural*, 394: 46-48.
- Petanidou, T. & W. N. Ellis. 1996. Interdependence of native bee faunas and foras in changing Mediterranean communities. In: Matheson, A., Buchmann, S. L., O'Toole, C., Westrich, P., & Williams, I. H. (eds.). *The conservation biology of bees. Linnean Society Symposium series No 18*. London: Academic Press. pp. 201 – 226
- Proctor, M., Yeo, P. & A. Lack. 1996. *The natural history of pollination*. London: Harper Collins. 479 pp.
- Pywell, R. F., Warman, E. A., Carvell, C., Sparks, T. H., Dicks, L.V., Bennett, D., Wright, A., Critchley, C.N.R. & A. Sherwood. 2005. Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological Conservation*, 121, 479-494.
- Rollin, O., Bretagnolle, V., Decourtye, A., Aptel, J., Michel, A., Vaissière, B.E & M. Henry. 2013. Differences of floral resource use between honey bees and wild bees in an intensive farming system. *Agric Ecosyst Environ* 179:78–86
- Rollin, O., Benelli, G., Benvenute, S., Decourtye, A., Wratten, S. A., Canale, A. & N. Desneux. 2016. Weed-insect pollinator networks as bio-indicators of ecological sustainability in agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA*, 36. 22 pp.
- Stoate, C., Báldi, A., Beja, P., Boatman, N. D., Herzon, I., van Doorn, A., de Snoo, G. R., Raskosy, L. & C. Ramwell. 2009. Ecological impacts of early 21<sup>st</sup> century agricultural change in Europe – A review. *Journal of Environmental Management*, 91: 22-46.
- Terzo, M. & F.J. Ortiz-Sánchez. 2004. Nuevos datos para las especies de Ceratinini de España y Portugal, con una clave para su identificación (Hymenoptera, Apoidea, Xylocopinae). *Graellsia*, 60(1): 13-26.
- Warncke, K. 1976. Die Bienengattung *Andrena* F., 1775, in Iberien (Hym. Apidae). *Teil B. Eos*, 50(1-4): 119-223.
- Warncke, K. 1992. Die westpaläarktischen Arten der Bienengattung *Sphecodes* Latr. *Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg*, 52: 9–64.
- Williams, P. H. & K. J. Gaston. 1994. Measuring more of diversity: Can higher-taxon richness predict wholesale species richness?. *Biological Conservation*, 67 (3): 211-217.

## ANEXO

Especies de *Apoidea* observadas:

1.- De lengua corta (41 taxones):

Familia *Andrenidae* (14 especies): *Andrena* (*Ptilandrena*) *angustior impressa* Warncke, 1967; *Andrena* (*Euandrena*) *bicolor nigrosterina* Pérez, 1902; *Andrena* (*Plastandrena*) *bimaculata lichata* Warncke, 1967; *Andrena* (*Simandrena*) *dorsata propinqua* Schenck, 1853; *Andrena* (*Zonandrena*) *flavipes puber* Erichson, 1835; *Andrena* (*Chlorandrena*) *humilis* Imhoff, 1832; *Andrena* (*Biareolina*) *lagopus* Latreille, 1809; *Andrena* (*Micrandrena*) *minutula lenis* Pérez, 1903; *Andrena* (*Melandrena*) *nigroaenea nigrosericea* Dours, 1872; *Andrena* (*Melandrena*) *nitida mixtura* Warncke, 1967; *Andrena* (*Plastandrena*) *pilipes* Fabricius, 1781; *Andrena* (*Taeniandrena*) *similis similis* Smith, 1849; *Andrena* (*Melandrena*) *thoracica melanoptera* Hedicke, 1934; *Andrena* (*Hoplandrena*) *trimmerana* (Kirby, 1802).

Familia *Halictidae* (27 especies): *Halictus* (*Halictus*) *maculatus* Smith, 1848; *Halictus* (*Halictus*) *rubicundus* Christ, 1791; *Halictus* (*Halictus*) *scabiosae* (Rossi, 1790); *Halictus* (*Halictus*) *simplex* Blüthgen, 1923; *Halictus* (*Seladonia*) *subauratus subauratus* (Rossi, 1792); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *glabriusculum* (Morawitz, 1872); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *griseolum* (Morawitz, 1872); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *laticeps* (Schenck, 1868); *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *leucozonium cedri* Ebmer, 1976; *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *malachurum* (Kirby, 1802); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *marginatum* (Brullé, 1832); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *mediterraneum* (Blüthgen, 1926); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *minutissimum* (Kirby, 1802); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *morio* (Fabricius, 1793); *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *pallens* (Brullé, 1832); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *parvulum* (Schenck, 1853); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *pauperatum* (Brullé, 1832); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *pauxillum* (Schenck, 1853); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *punctatissimum* (Schenck, 1853); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *puncticolle* (Morawitz, 1872); *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *sexnotatum* (Kirby, 1802); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *smeathmanellum* (Kirby, 1802); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *subhirtum* (Lepeletier, 1841); *Lasioglossum* (*Evylaeus*) *villosulum* (Kirby, 1802); *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *xanthopus* (Kirby, 1802); *Sphecodes* *rubicundus* Hagens, 1875; *Sphecodes* *ruficrus* (Erichson, 1835).

2.- De lengua larga (16 taxones):

Familia *Apidae* (6 taxones): *Apis mellifera* L.; *Bombus* (*Melanobombus*) *lapidarius decipiens* Pérez, 1890; *Bombus* (*Thoracobombus*) *pascuorum bofilli* Vogt, 1911; *Bombus* (*Thoracobombus*) *pascuorum dusmeti* Vogt, 1909; *Bombus* (*Pyrobombus*) *pratorum santonae* (Tkalcù, 1985); *Bombus* (*Bombus*) *terrestris lusitanicus* Krüger, 1956

Familia *Antophoridae* (9 especies): *Ceratina* (*Euceratina*) *cyanea* (Kirby, 1802); *Eucera* (*Eucera*) *nigrescens* Pérez, 1879; *Nomada bifasciata* Olivier, 1811; *Nomada femoralis* Morawitz, 1869; *Nomada flavoguttata flavoguttata* (Kirby, 1802); *Nomada fucata* Panzer, 1798; *Nomada fulvicornis fulvicornis* Fabricius, 1793; *Nomada goodeniana* (Kirby, 1802); *Xylocopa* (*Xylocopa*) *violacea* (Linnaeus, 1758).

Familia *Megachilidae* (2 especies): *Osmia* (*Osmia*) *cornuta cornuta* (Latreille, 1805); *Osmia* (*Osmia*) *rufa rufa* (Linnaeus, 1758).