

# LOS SÍRFIDOS (*DIPTERA: SYRPHIDAE*) SAPROXÍLICOS COMO INDICADORES DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

M<sup>a</sup> ÁNGELES MARCOS GARCÍA Y ANTONIO R. RICARTE SABATER

## RESUMEN

En este capítulo se exponen los resultados del estudio de la comunidad saproxílica de sírfidos del bosque mediterráneo del Parque Nacional de Cabañeros (España central). Fueron recolectadas 25 especies, cuatro de las cuales están amenazadas de extinción a nivel europeo: *Mallota dusmeti* Andréu, 1926 (Vulnerable en el Libro Rojo de los Invertebrados de España), *Myolepta difformis* Strobl in Czerny & Strobl, 1909, *Myolepta obscura* Becher, 1882 y *Sphiximorpha subsessilis* (Illiger in Rossi, 1807). En el presente estudio, se aportan datos sobre los microhábitats de desarrollo larvario y asociación sírfido-árbol para diferentes especies de sírfidos. La biodiversidad saproxílica de Cabañeros destaca por la coexistencia de especies centroeuropeas y norteafricanas. Los resultados sobre asociaciones insecto-planta en el Parque Nacional de Cabañeros, representan el primer paso hacia una mejora del entendimiento de la comunidad saproxílica y hacia el establecimiento de las bases para las estrategias de conservación del bosque mediterráneo.

**Palabras clave:** España, espacios protegidos, bosque mediterráneo, ciclos de vida, especies raras, especies amenazadas de extinción.

## SUMMARY

In this chapter we present the results of the study of the saproxylic community of hoverflies of the Mediterranean forest in Cabañeros National Park (Central Spain). We collected 25 species, four of them threatened with extinction at European level: *Mallota dusmeti* Andréu, 1926 (Vulnerable in the Invertebrate Red Data Book of Spain), *Myolepta difformis* Strobl in Czerny & Strobl, 1909, *Myolepta obscura* Becher, 1882 and *Sphiximorpha subsessilis* (Illiger in Rossi, 1807). In this study, we provide data on larval breeding sites and hoverfly-tree association for several hoverfly species. The saproxylic biodiversity of Cabañeros is relevant because of the coexistence of Central-European and North-African species. The results on the hoverfly-plant associations studied in Cabañeros National Park represent a first step towards and improved understanding of the saproxylic community and the establishment the basis for the conservation strategies in the Mediterranean forest.

**Key words:** Spain, protected areas, Mediterranean forest, life cycles, rare species, species threatened with extinction.

## INTRODUCCIÓN

Los organismos saproxílicos son aquellos que dependen de madera muerta o en proceso de muerte, de hongos que habitan la madera o de otras especies saproxílicas, durante, al menos, una parte de su ciclo de vida (SPEIGHT 1989). Los invertebrados pertenecientes a este grupo funcional comprenden la mayor parte de la biodiversidad en los ecosistemas terrestres (SCHLAGHAMERSKY 2003). Los dípteros, junto con los coleópteros, son los órdenes de insectos más ricos en especies dentro de la fauna saproxílica (DAJOZ 1998); por ejemplo, los escarabajos forestales constituyen del 22-56% de las especies saproxílicas (GROVE 2002). Los insectos saproxílicos contribuyen decisivamente en el mantenimiento de las cadenas tróficas en los ecosistemas de bosque y tienen un papel ecológico clave en el reciclado de nutrientes (DAJOZ 1998; THOMPSON & ROTHERAY 1998; BRUSTEL 2001). Además, los adultos de muchas especies son polinizadores, como sucede en los sírfidos.

Los sírfidos son dípteros que están representados mundialmente por unas 6000 especies, descritas de casi todas las regiones geográficas y tipos de hábitats del Planeta (THOMPSON & ROTHERAY 1998). En el territorio español hay registradas más de 360 especies (MARCOS-GARCÍA *et al.* 2002; RICARTE & MARCOS-GARCÍA 2008). Son insectos con metamorfosis completa (huevo > larva > pupa > adulto) que mimetizan himenópteros y otras familias de dípteros (THOMPSON & ROTHERAY 1998). Ocupan un amplio rango de nichos ecológicos: los adultos, voladores, se alimentan de polen y néctar de diferentes plantas, llegando a ser buenos polinizadores (THOMPSON & ROTHERAY 1998; PÉREZ-BAÑÓN *et al.* 2007), mientras que las larvas explotan las principales fuentes de recursos tróficos del ecosistema (larvas depredadoras, fitófagas o saprófagas; dentro de estas últimas se incluyen las saproxílicas). Sus rasgos ecológicos, su amplia distribución geográfica en los ecosistemas y el buen grado de conocimiento de su taxonomía (al menos, en Europa) justifican su uso como bioindicadores (SOMMAGGIO 1999; BURGIO & SOMMAGGIO 2007; SPEIGHT *et al.* 2007). SPEIGHT (1989) pone de manifiesto que los sírfidos son un grupo adecuado como bioindicadores de bosques maduros de alta calidad.

Muchas especies de sírfidos están restringidas a bosques longevos, donde la cobertura arbórea ha sido continua durante siglos y donde los árboles más maduros – también importantes para la diversidad saproxílica como elementos aislados (OSHAWA 2007) – y la madera muerta acumulada han sido prácticamente inalterados (REEMER 2005). De tal modo, la conservación de los insectos saproxílicos depende de la calidad y la cantidad de madera muerta existente en el ecosistema forestal, así como de la presencia y estructura de una zona de borde o margen del bosque (WERMELINGER *et al.* 2007). En el caso de los sírfidos, las especies saproxílicas pueden servir como especies emblemáticas para la conservación de la comunidad saproxílica a la que pertenecen y de las áreas boscosas donde habitan (RICARTE *et al.* 2007). Actualmente, la protección de los sírfidos saproxílicos en Europa se ha materializado en la inclusión de algunas especies en listas rojas (e.g., GAMMELMO *et al.* 2006; VERDÚ & GALANTE 2006).

El uso adecuado de los insectos saproxílicos como herramientas para la conservación depende del grado de conocimiento que se tenga sobre ellos; sin embargo, la biodiversidad de estas especies en la región mediterránea está someramente estudiada (MICÓ *et al.* 2005), habiendo sido tratada en muy pocos trabajos (ROTHERAY *et al.* 2006; RICARTE *et al.* 2007). La taxonomía de estos sírfidos requiere más esfuerzo de estudio y el conocimiento de su distribución europea debe completarse. No obstante, es de los ciclos de vida de estas especies de lo que menos información se dispone (e.g., ROTHERAY *et al.* 2006; RICARTE *et al.* 2007). Al establecer estrategias de conservación, las diferencias ecológicas entre las especies y, dentro de ellas, entre los distintos estados de desarrollo, han de tenerse en consideración. Por ejemplo, como se ha explicado anteriormente, las fases adulta y larvaria de los sírfidos saproxílicos difieren en sus requerimientos tróficos y de microhábitats, ya que los adultos son florícolas y frecuentan biotopos diferentes a las larvas, que se alimentan y viven en sustratos orgánicos vegetales asociados a árboles maduros o senescentes (FAYT *et al.* 2006). El seguimiento a largo plazo de las medidas de conservación de las especies saproxílicas es necesario

para evaluar e incrementar la eficiencia de dichas medidas (DAVIES *et al.* 2008).

Resultados como los presentados en este estudio aportan la información básica necesaria para la conservación de los insectos saproxílicos en ecosistemas mediterráneos. Se ofrece: el listado de los sírfidos saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros, los rasgos tróficos, microhábitats y asociación sírfido-árbol de todas las especies, así como el carácter indicador de algunas de ellas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio es el Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real y Toledo), que alberga extensas áreas de ecosistemas mediterráneos bien conservados, incluyendo una amplia variedad de tipos de bosque (VAQUERO 1997).

Los puntos de muestreo fueron seleccionados de entre los hábitats arbolados más representativos de Cabañeros (VAQUERO 1997): bosques escleró-

filos mediterráneos de alcornoque (*Quercus suber* L.), formaciones de encinas (*Quercus rotundifolia* Lam.) dispersas en zonas abiertas, bosques de robles melojos (*Quercus pyrenaica* Willd), bosques de rebollos (*Quercus faginea* Lam.), formaciones riparias de fresno (*Fraxinus angustifolia* Vahl) (Foto 1) y bosques mixtos de *F. angustifolia* y *Q. faginea*.

### Diseño del muestreo

Los sírfidos adultos fueron recolectados con manga entomológica y trampas Malaise, mientras que las fases inmaduras (larvas y pupas) lo fueron mediante muestreo directo. El manguero se realizó en siete manchas de bosque (Tabla 1), durante un total de 182 horas de muestreo en los años 2004 y 2005. Además, se colocaron seis trampas Malaise en tres tipos de hábitats forestales, dos trampas por hábitat (formación riparia de fresno, bosque de alcornoque y bosque de roble melojo; Tabla 1) de marzo de 2004 a abril de 2005, con episodios de recolección periódicos cada 20 días. Adicionalmente, durante los años 2004-2006, se muestrearon larvas en oquedades de troncos (Foto 2) y raíces y en exudados de savia de árboles maduros o muy maduros (sensu SPEIGHT & CASTELLA 2006) en todos los tipos de bosque. Para poder identificar las especies recolectadas como larva, estas fueron cri-

Punto*	Especie arbórea	Manguero	Malaise	Muestreo de larvas
1	<i>F. angustifolia</i>	X	X	X
2	<i>Q. faginea</i>	X		X
3	<i>Q. pyrenaica</i>	X	X	X
4	<i>Q. pyrenaica</i>	X		X
5	<i>Q. pyrenaica</i>	X		
6	<i>Q. pyrenaica</i>	X		
7	<i>Q. suber</i>	X	X	
8	<i>Q. suber</i>	X		X
9	<i>F. angustifolia</i> + <i>Q. faginea</i>	X		X
10	<i>F. angustifolia</i> + <i>Q. faginea</i>	X		X
11	<i>Q. rotundifolia</i> (en pastizal)			X

**Tabla 1.** Puntos de muestreo del estudio sobre sírfidos saproxílicos realizado en el Parque Nacional de Cabañeros, España. Se incluye la/s especie/s arbórea/s dominante y los métodos de muestreo empleados en cada punto. En los puntos 3, 4 y 8 no fue recolectada ninguna larva.

**Table 1.** Sites sampled in the study on the saproxylid hoverflies from Cabañeros National Park, Spain. The dominant tree species and the applied sampling methods are specified for each site. Any larva was collected in the sites 3, 4 and 8.

\* Nombre del punto, localización (coordenadas UTM X-Y) y altitud (m.s.n.m.): 1, Fresneda del Arroyo de Gargantilla, 365590.21-4367922.44, 617 m; 2, Quejigar de Enamorados, 370708-4355659, 720 m; 3, Melojar de Viñuelas, 371918-4359525, 800 m; 4, Melojar de Santiago, 379778-4357230, 760 m; 5, Melojar de Gargantilla I, 362368-4369017, 800 m; 6, Melojar de Gargantilla II, 363166-4369430, 720 m; 7, Gargantilla, alcornocal cercano a charca, 362092-4368008, 798 m; 8, Gargantilla, alcornocal 363544-4367166, 790 m; 9, Valle de Santiago, 379672-4357088, 760 m; 10, Valle Canalejas, 377964-4358160, 780 m; 11, raña Alcornquera, 380979-4353651, 740 m.



**Foto 1.** Formación riparia de fresnos (*Fraxinus angustifolia*) en el Parque Nacional de Cabañeros (España). Es el hábitat donde mayor número de especies de sírfidos saproxílicos se han hallado [Foto: Antonio Ricarte].

**Photo 1.** Riparian formation of ash trees (*Fraxinus angustifolia*) in Cabañeros National Park, central Spain. The highest number of saproxylic hoverfly species was collected in this habitat [Photo: Antonio Ricarte].



**Foto 2.** Fresno (*Fraxinus angustifolia*) maduro con oquedades en el Parque Nacional de Cabañeros (España). Muchos sírfidos y otros insectos saproxílicos utilizan las oquedades de árboles para el desarrollo de sus fases inmaduras [Foto: M<sup>a</sup>. Ángeles Marcos].

**Photo 2.** Mature ash tree (*Fraxinus angustifolia*) showing holes in Cabañeros National Park, central Spain. Inmature stages of many hoverfly species and other saproxylic insects live in tree holes [Photo: M<sup>a</sup>. Ángeles Marcos].

das en laboratorio hasta obtenerse el adulto, según metodología expuesta en RICARTE *et al.* (2007). Las especies fueron determinadas utilizando las claves y descripciones detalladas en RICARTE & MARCOS-GARCÍA (2008). La nomenclatura, rasgos biológicos, microhábitats, distribución biogeográfica y estatus de conservación se basan en ROTHERAY (1993), SPEIGHT (2008) y SPEIGHT *et al.* (2008; Tabla 2). Todos los especímenes estudiados, adultos y fases inmaduras, están depositados en la "Colección Entomológica de la Universidad de Alicante", y se encuentran registradas en la base de datos GBIF del Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO).

### Composición biogeográfica

Se utilizó la siguiente clasificación en regiones biogeográficas basada en TAKHTAJAN (1986) y FAUNA EUROPAEA (2004): África del Norte (AN), desde el océano Atlántico (Marruecos) hasta el norte de Argelia, Túnez y el norte de la región histórica de Cirenaica; región Mediterránea Central (MC), desde Italia (islas incluidas) hasta la Península Ibérica; región Mediterránea Oriental (MO), área de los Balcanes, islas del mar Egeo, Creta y Rodas; región Europea Central (EC), el área situada al norte del Mediterráneo y las regiones Balcánicas; región Europea Oriental y Siberia Occidental (EO); Próximo Oriente (PO), abarcando Turquía, las repúblicas rusas caucásicas, Georgia, Armenia, Azerbaiyán, Líbano, Siria, Israel, el Jordán, la Península del Sinaí (Egipto), la Península Arábiga, Irán e Iraq.

## RESULTADOS

### Fauna

Se recolectaron 396 individuos de 25 especies de sírfidos saproxílicos (Tabla 2). Cerca de la mitad de especímenes (42%) pertenecen a una sola especie, *Ferdinandea aurea* Rondani, 1844, y 10 especies están representadas por uno o dos ejemplares únicamente (Tabla 2).

Se capturó la especie *Mallota dusmeti* Andréu, 1926, catalogada en el Libro Rojo de los Inverte-

brados de España como "Vulnerable" (MARCOS-GARCÍA 2006) y amenazada de extinción a nivel europeo (SPEIGHT *et al.* 2008). Se recolectaron otras tres especies amenazadas de extinción a nivel europeo: *Myolepta difformis* Strobl in Czerny & Strobl, 1909, *Myolepta obscura* Becher, 1882 y *Sphiximorpha subsessilis* Illiger in Rossi, 1807. A todas estas especies amenazadas de extinción las hemos considerado indicadores de madurez del bosque debido a su rareza, su estatus de conservación y su asociación con árboles muy maduros. En el muestreo también se recolectó *Callicera spinolae*, cuyas poblaciones están decreciendo en Europa (SPEIGHT *et al.* 2008). Además, seis de las especies recolectadas se encuentran cercanas a la amenaza de extinción: *Brachypalpus valgus*, *Callicera macquartii*, *Criorhina pachymera*, *Mallota fuciformis* (Foto 3), *Spilomyia digitata* y *Spilomyia saltuum* (SPEIGHT *et al.* 2008).

### Biología de las especies

En la Tabla 2 se muestran los datos sobre asociación sírfido-planta procedentes de una revisión bibliográfica y de las novedades aportadas por RICARTE *et al.* (2009). Todas las larvas se recolectaron en oquedades con materia orgánica en descomposición, excepto las larvas de *Ferdinandea fumipennis* Kassebeer, 1999, que fueron halladas en exudados de savia. La mayoría de las especies halladas como larva o pupa [*Callicera aurata* (Rossi, 1790); *Callicera macquartii* Rondani, 1844; *Callicera spinolae* Rondani, 1844; *Ceriana vespiformis* (Latreille, 1804); *F. fumipennis*; *M. dusmeti*; *M. difformis* Strobl in Czerny & Strobl, 1909; *M. obscura* Becher, 1882; *Spilomyia digitata* (Rondani, 1865)] se encontraron en asociación con *F. angustifolia* y *Q. faginea*. Por su parte, *Quercus suber* albergó el menor número de especies de sírfidos (Tabla 3).

### Componentes biogeográficos

La mayoría de las especies encontradas habitan las regiones EC y MC (88% y 84% de las especies, respectivamente; Fig. 1). Identificamos 10 especies distribuidas en la región AN, tres especies endémicas del Ibero-Maghreb (*F. fumipennis*, *M. difformis* y *M. dusmeti*) y 22 de la región EC (e.g., *C. pachymera* y *M. obscura*).

Especie	Individuos	Microhábitats	Árbol al que se asocia
<i>Brachyopa insensilis</i> Collin, 1939	1	2,3,4,5	<i>Abies alba</i> , <i>Acer monspessulanum</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Quercus</i>
<i>Brachypalpoides lentus</i> (Meigen, 1822)	2	1,6	<i>Fagus</i> , <i>Picea</i>
<i>Brachypalpus valgus</i> (Panzer, 1798)	10	1,2,4	<i>Alnus glutinosa</i> , <i>Quercus suber</i>
<i>Callicera aurata</i> (Rossi, 1790)	9	2	<i>Fagus</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Quercus faginea</i> , <i>Quercus rotundifolia</i>
<i>Callicera macquartii</i> Rondani, 1844	2	2	<i>Quercus rotundifolia</i>
<i>Callicera spinolae</i> Rondani, 1844	15	2	<i>Betula</i> , <i>Fagus</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Populus</i> , <i>Quercus faginea</i>
<i>Ceriana vespiformis</i> (Latreille, 1804)	20	2,4	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Morus alba</i> , <i>Quercus pubescens</i>
<i>Chalcosyrphus nemorum</i> (Fabricius, 1805)	3	6	<i>Betula</i> , <i>Fagus</i> , <i>Populus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Salix</i> , <i>Ulmus</i>
<i>Criorhina pachymera</i> Egger, 1858	16	1,2	Desconocido
<i>Ferdinandea aurea</i> Rondani, 1844	165	1,3,4	Desconocido
<i>Ferdinandea cuprea</i> (Scopoli, 1763)	6	1,2,3,4,5	<i>Acer</i> , <i>Aesculus</i> , <i>Betula</i> , <i>Malus</i> , <i>Populus</i> , <i>Quercus</i> (incluyendo <i>Q. pubescens</i> ), <i>Salix</i> , <i>Ulmus</i>
<i>Ferdinandea fumipennis</i> Kassebeer, 1999	21	4	<i>Quercus pyrenaica</i>
<i>Mallota cimbiciformis</i> (Fallen, 1817)	2	2	<i>Acer</i> , <i>Aesculus</i> , <i>Fagus</i> , <i>Populus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i>
<i>Mallota dusmeti</i> Andréu, 1926*	3	2	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Quercus faginea</i> (dudoso)
<i>Mallota fuciformis</i> (Fabricius, 1794)	4	2	Desconocido
<i>Milesia crabroniformis</i> (Fabricius, 1775)	1	1,2	Desconocido, sólo se ha observado oviponiendo en un <i>Quercus</i> vivo
<i>Milesia semiluctifera</i> (Villers, 1789)	9	1	Desconocido
<i>Myathropa florea</i> (Linnaeus, 1758)	79	2	<i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Castanea</i> , <i>Fagus</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Populus</i> , <i>Quercus</i> ( <i>Q. faginea</i> , <i>Q. rotundifolia</i> ), <i>Fagus</i> , coníferas (e.g., <i>Pinus sylvestris</i> )
<i>Myolepta difformis</i> Strobl in Czerny & Strobl, 1909*	6	2,4	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Quercus faginea</i>
<i>Myolepta dubia</i> (Fabricius, 1805)*	2	2,3,4	<i>Acer</i> , <i>Fagus</i> , <i>Populus italica</i>
<i>Myolepta obscura</i> Becher, 1882	2	2,4	<i>Populus</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i>
<i>Sphiximorpha subsessilis</i> (Illiger in Rossi, 1807)*	1	2,4	<i>Abies alba</i> , se ha observado ovipositar en <i>Aesculus hippocastanum</i>
<i>Spilomyia digitata</i> (Rondani, 1865)	15	1,2	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Quercus faginea</i> , <i>Quercus pyrenaica</i>
<i>Spilomyia saltuum</i> (Fabricius, 1794)	1	1,2	Desconocido
<i>Xylota segnis</i> (Linnaeus, 1758)	1	1,2,3,4,6	Diferentes árboles caducifolios y coníferas [e.g., en exudados de savia de <i>Abies</i> producidos por <i>Hylobius abietis</i> (Linnaeus, 1758)]

**Tabla 2.** Especies de sírfidos saproxílicos recolectados en el Parque Nacional de Cabañeros (España), junto con datos sobre sus biología. Los datos de microhábitat se refieren a los estados inmaduros. Un asterisco (\*) al final del nombre de una especie denota que es indicadora de la madurez del bosque. *Leyenda:* para microhábitats de la madera: cavidades de troncos (1), oquedades con materia orgánica en descomposición (2), túneles producidos por otros insectos [*Cossus* spp (Cossidae), etc], generalmente con heces de los mismos y savia filtrada (3), exudados de savia (4), corteza de árboles (5), troncos muertos en pie o caídos o ramas grandes (6).

**Table 2.** Saproxyllic hoverfly species collected in Cabañeros National Park, Spain, including data on their biology. Microhabitat data refer to the immature stages. An asterisk (\*) at the end of the species name denotes that it is an indicator of woodland maturity. Abbreviations: for types of woody microhabitats: trunk cavities (1), rot-holes (2), insect workings (3), sap-run (4), tree bark (5), in timber (6).



**Foto 3.** *Mallota fuciformis* (Fabricius, 1794), sírfido saproxílico presente en el Parque Nacional de Cabañeros. Es una de las especies europeas de *Mallota* cuya larva se desconoce [Foto: Zorica Nedeljković].

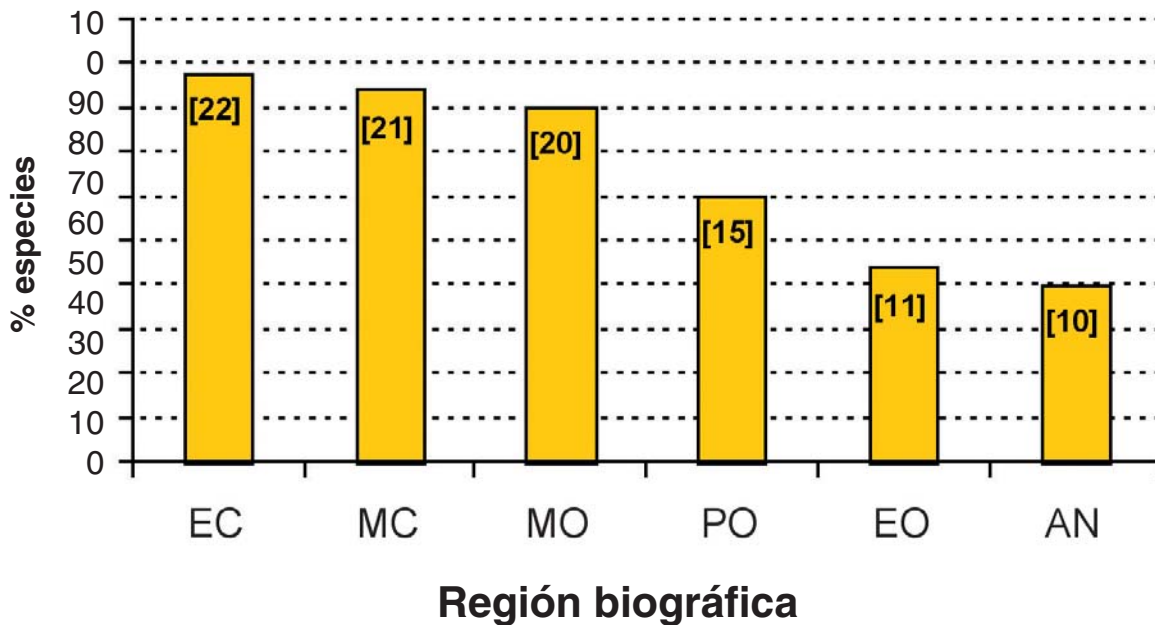
**Photo 3.** *Mallota fuciformis* (Fabricius, 1794), a saproxylic hoverfly recorded in Cabañeros National Park, central Spain. This is one of the European species of *Mallota* with unknown larva [Photo: Zorica Nedeljković]

Especie arbórea	Sírfidos
<i>Fraxinus angustifolia</i>	8 ( <i>C. aurata</i> , <i>C. spinolae</i> , <i>C. vespiformis</i> , <i>M. florea</i> , <i>M. dusmeti</i> , <i>M. difformis</i> , <i>M. obscura</i> , <i>S. digitata</i> )
<i>Quercus faginea</i>	6 ( <i>C. aurata</i> , <i>C. spinolae</i> , <i>M. dusmeti</i> , <i>M. florea</i> , <i>M. difformis</i> , <i>S. digitata</i> )
<i>Quercus rotundifolia</i>	3 ( <i>C. aurata</i> , <i>C. macquartii</i> , <i>M. florea</i> )
<i>Quercus pyrenaica</i>	2 ( <i>F. fumipennis</i> , <i>S. digitata</i> )
<i>Quercus suber</i>	1 ( <i>C. spinolae</i> )

**Tabla 3.** Sírfidos recolectados como larva en las diferentes especies arbóreas de los bosques prospectados en el Parque Nacional de Cabañeros (España).

**Table 3.** Hoverfly species collected as larva in the sampled tree species of the studied forests in Cabañeros National Park, Spain.





**Figura 1.** Composición biogeográfica de la comunidad de sírfidos saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros (España). El número de especies correspondiente a cada % se escribe entre corchetes [ ]. Leyenda: regiones: África del Norte (AN), Mediterránea Central (MC), Mediterránea Oriental (MO), Europea Central (EC), Europea Oriental y Siberia Occidental (EO), Próximo Oriente (PO).

**Figure 1.** Biogeographical composition of the hoverfly saproxylic community of Cabañeros National Park, Spain. The number of species is specified in square brackets [ ]. Legend: North Africa (AN), Central Mediterranean region (MC), Eastern Mediterranean region (MO), Central Europe (EC), Eastern Europe and Western Siberia (EO), Near East (PO).

## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio, junto con los obtenidos para los coleópteros saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros (RICARTE *et al.* 2009), ponen de manifiesto la importancia de esta área protegida como hábitat de desarrollo de numerosas especies saproxílicas raras y/o amenazadas, asociadas a bosques maduros (Tabla 2). De las 25 especies de sírfidos recolectadas, 11 se consideran cercanas a la amenaza de extinción o amenazadas a nivel europeo según SPEIGHT *et al.* (2008). Además, se encontró una especie catalogada en la lista roja de los invertebrados españoles (VERDÚ & GALANTE 2006) y cuatro especies raras, consideradas como bioindicadoras de madurez del bosque. Al mismo tiempo, Cabañeros presenta una interesante combinación biogeográfica de fauna, en la que coexisten especies centroeuropeas (e.g., *M. obscura*) y norteafricanas (e.g., *F. fumipennis*, *M. difformis*) (Fig. 1). Por lo tanto, Cabañeros debe considerarse como un área natural de relevancia para la conservación de una comunidad de sírfidos saproxílicos raros y de origen biogeográfico diverso.

Muchas de las especies de sírfidos capturadas como adultos tienen ciclos de vida desconocidos. Por ejemplo, no se conocen los estados inmaduros del 24% de las especies estudiadas (Tabla 2) y algunas de ellas pueden necesitar la asignación de ciertas figuras de protección, tras una evaluación del estado de sus poblaciones (SPEIGHT 2008). Algunos parámetros a tener en cuenta en dicha evaluación son la tasa y alcance de la dispersión geográfica de las especies; la habilidad de colonización podría ser diferente entre las especies más escasas y las más comunes y de más fácil estudio (RANIUS 2006). Como varios autores han destacado (ROTHERAY & MACGOWAN 2000; ROTHERAY *et al.* 2001; DAVIES *et al.* 2008), se necesita un mejor entendimiento de las características biológicas y ecológicas de las especies saproxílicas y de las interacciones que se dan entre ellas, para el establecimiento de estrategias de conservación eficientes. Dentro de la comunidad saproxílica a la que pertenecen las especies de sírfidos estudiadas, algunas especies juegan un papel importante en las interacciones ecológicas, como se ha demostrado en otros ecosiste-

mas con el escarabajo saproxílico *Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758 (Cerambycidae). *Cerambyx cerdo* actúa como ingeniero del ecosistema, favoreciendo las condiciones de los hábitats para el resto de la comunidad de organismos saproxílicos (BUSE *et al.* 2008). La información derivada de estudios como el nuestro ofrece una base para investigaciones posteriores dirigidas a comprobar, de manera exhaustiva, la adecuación de las medidas de conservación actuales sobre la comunidad saproxílica y plantear otras estrategias, muchas de ellas aplicadas con éxito en países del norte de Europa (DAVIES *et al.* 2008), y que será necesario adaptar a los bosques mediterráneos.

Las larvas de la mayoría de las especies fueron encontradas en asociación con *F. angustifolia* (Tabla 3), probablemente debido al alto número de microhábitats que ofrece esta especie arbórea, algunos generados de forma natural y otros como consecuencia del manejo humano, mediante podas pasadas, etc. La alta diversidad de las formaciones riparias de fresno está influenciada por la heterogeneidad ambiental del hábitat, ya que estas formaciones aparecen junto a cursos de agua con su típica vegetación ribereña, así como con claros herbáceos o pequeñas manchas de matorral (RICARTE *et al.* 2009). Específicamente, los claros herbáceos son beneficiosos para la biodiversidad de sírfidos (FAYT *et al.* 2006; GITTINGS *et al.* 2006). Por otro lado, hay que destacar el bajo número de asociaciones entre sírfidos saproxílicos y alcornoques; este hecho puede estar influenciado por la dureza de la madera de este árbol y por la actividad extractiva del corcho, realizada hasta tiempos relativamente recientes (unos 12 años). Además de la mera extracción, otras prácticas asociadas a dicha actividad, como la selección de los árboles más sanos y vigorosos para tal fin, pueden afectar negativamente a la fauna saproxílica. En la región mediterránea, todos los bosques han experimentado la actividad antrópica en mayor o menor grado; sin embargo, en bosques maduros poco intervenidos se pueden alcanzar las condiciones óptimas para la biodiversidad saproxílica, siempre y cuando no se hayan producido incendios (BRIN & BRUSTEL 2006) o, en bosques gestionados, cuando haya una presencia significativa de árboles muy maduros (e.g., *Quercus* spp.) con

una amplia diversidad y número de microhábitats (JANSSON & COSKUN 2008; SIRAMI *et al.* 2008). En este sentido, la gestión moderna de los bosques está incrementando la presencia relativa de algunos sírfidos incluidos en listas rojas de ciertos países europeos (REEMER 2005).

Los resultados aquí presentados ponen de relieve la importancia de los bosques maduros y sus árboles de mayor edad y porte para la biodiversidad de sírfidos. Estas formaciones vegetales tienen los microhábitats necesarios para que se puedan desarrollar las larvas de muchas de las especies más raras y/o amenazadas de extinción. En este sentido, la regeneración de los bosques debe garantizarse para el futuro. Sin embargo, las altas densidades poblacionales de grandes ungulados como el ciervo rojo (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) ejercen una elevada presión de forrajeo sobre la vegetación de Cabañeros (GUZMÁN 1997), especialmente significativa en los estratos vegetales más bajos de los bosques, donde se empiezan a desarrollar los árboles jóvenes. Esta circunstancia ha hecho necesario el vallado de algunas áreas forestales dañadas para mejorar la capacidad de regeneración de los árboles y preservar ciertos ambientes singulares (e.g., turberas). Frente a la inexistencia de depredadores naturales adecuados, el control poblacional de ungulados debe ser eficiente y la protección de las manchas de bosque más generalizada. No obstante, el mantenimiento de claros herbáceos debe contemplarse en este esquema de gestión porque juegan un papel importante en la biodiversidad de sírfidos de los bosques (GITTINGS *et al.* 2006), como se ha comentado en otros párrafos.

En la región mediterránea, hay que tener en cuenta factores específicos para la gestión de la fauna saproxílica, como, por ejemplo, las sequías periódicas, ya que están directamente relacionadas con la desaparición de la parte líquida del contenido de las oquedades de los árboles (observación personal), que son los principales microhábitats de muchas especies de sírfidos saproxílicos (ROTHERAY 1993). Es recomendable el estudio de los efectos de las sequías sobre la supervivencia de los organismos saproxílicos a lo largo del año y las posibles técnicas para incrementar los niveles poblacionales de las espe-

cies más raras (e.g., creación de lugares de cría artificiales) (ver MACGOWAN 1994; ROTHE-RAY & MACGOWAN 2000, para el norte de Europa). Estos sírfidos dependen de los medios húmedos y, por tanto, de factores climáticos, lo que sugiere la posible utilidad de los sírfidos saproxílicos como bioindicadores del Cambio Climático, que probablemente intensificará y prolongará los periodos de sequía en esta región.

En resumen, de los resultados de este estudio se desprende la importancia de los bosques maduros y sus árboles más veteranos para el mantenimiento de la diversidad saproxílica en los ecosistemas mediterráneos. En particular, la presencia de especies indicadoras de madurez del bosque (Tabla 2) y el hallazgo del hongo saproxílico raro *Ericium* sp., como indicador de la continuidad en la cobertura arbórea del bosque (RICARTE *et al.* 2009), son muestras de la importancia de las áreas boscosas de Cabañeros. La dependencia de las especies saproxílicas con respecto de los arbolados bien conservados, los árboles de mayor porte y edad y otras condiciones específicas, junto con la rareza de muchas especies, son, por sí mismas, suficientemente informativas para evaluar el estado de conservación de los bosques y valorar la eficacia de las es-

trategias de gestión. Sin embargo, siguen siendo necesarias investigaciones sobre la biología y ecología de estas especies, con el objetivo de mejorar la comprensión colectiva del nicho saproxílico y de las interacciones que se establecen entre sus habitantes entomológicos, especialmente en ecosistemas mediterráneos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco de un estudio más amplio financiado por el proyecto 040/2002 del anterior Ministerio de Medio Ambiente, destinado a conocer la biodiversidad entomológica del Parque Nacional de Cabañeros y sus posibles aplicaciones en la gestión del Parque. También el Ministerio de Educación y Ciencia (beca AP 2003-4001, proyectos CGL2005-07213/BOS, CGL2006-13847-C02-01, CGL2008-04472 y proyecto GBIF, fase III, CGL2008-03310-E), la "Conselleria d'Empresa, Universitat i Ciencia" de la Comunidad Valenciana (ACOMP06/063) y la Universidad de Alicante (GRE04-13) han colaborado económicamente. Agradecemos a todo el personal del P. N. de Cabañeros por el apoyo recibido durante la realización de nuestro trabajo de campo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIN, A. & BRUSTEL, H. 2006. Réponse des Coléoptères saproxyliques à l'hétérogénéité des subéraies des Maures (France, Var). *Revue d'Ecologie la Terre et la Vie* 61: 327-342.
- BRUSTEL, H. 2001. Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises: perspectives pour la conservation du patrimoine naturel [PhD thesis]. [Toulouse]: Institut National Polytechnique de Toulouse.
- BURGIO, G. & SOMMAGGIO, D. 2007. Syrphids as landscape bioindicators in Italian agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 416-422.
- BUSE, J., RANIUS, T. & ASSMANN, T. 2008. An endangered longhorn beetle associated with old oaks and its possible role as an ecosystem engineer. *Conservation Biology* 22 (2): 329-337.
- DAJOZ, R. 1998. Les insectes et la forêt: Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Paris (France), Technique & Documentation, 594 p.
- DAVIES, Z.G., TYLER, C., STEWART, G.B. & PULLIN, A.S. 2008. Are current management recommendations for saproxilyic invertebrates effective? A systematic review. *Biodiversity and Conservation* 17: 209-234.
- FAUNA EUROPAEA WEB SERVICE: versión 1.3. 2004-2007. [cited 2007 October 10] Available from: <http://www.faunaeur.org>
- FAYT, P., HASTIR, P., PONTEGNIE, C., HENIN, J.M. & VERSTEIRT, V. 2006. Contrasting responses of saproxilyic insects to focal habitat resources: the example of longhorn beetles and hoverflies in Belgian deciduous forests. *Journal of Insect Conservation* 10 (2): 129-150.

- GAMMELMO, Ø., NIELSEN, T.R., FALCK, M., GREVE, L., SØLI, G. & ØKLAND, B. 2006. Diptera. In: KÅLÅS, J.A., VIKEN, Å. & BAKKEN, T. editores. Norsk Rødliste 2006 - Norwegian Red List. Artsdatabanken (Norway), 416 p.
- GITTINGS, T., O'HALLORAN, J., KELLY, T. & GILLER, P.S. 2006. The contribution of open spaces to the maintenance of hoverfly (*Diptera, Syrphidae*) biodiversity in Irish plantation forests. *Forest Ecology and Management* 237: 290-300.
- GROVE, S.J. 2002. Saproxyllic insect ecology and the sustainable management of forests. *Annual Review of Ecological Systems* 33: 1-23.
- GUZMÁN, J.N. 1997. Mamíferos. In: GARCÍA-CANSECO, V. & ALONSO-VALERO, L. coordinadores. Parque Nacional de Cabañeros. *Ecohábitat*. p. 225-267.
- JANSSON, N. & COSKUN, M. 2008. How similar is the saproxyllic beetle fauna on old oaks (*Quercus* spp.) in Turkey and Sweden? *Revue d'Ecologie la Terre et la Vie* 63: 83-91.
- MACGOWAN, I. 1994. Creating breeding sites for *Callicera rufa* Schummel (*Diptera, Syrphidae*) and a further host tree. *Dipterists Digest* 1: 6-8.
- MARCOS-GARCÍA, M.A. 2006. *Mallota dusmeti* Andréu, 1926. In: VERDÚ, J.R., GALANTE, E. editores. Libro Rojo de los Invertebrados de España. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, p. 175.
- MARCOS-GARCÍA, M.A., ROJO, S. & PÉREZ-BAÑÓN, C. 2002. Syrphidae. In: CARLES-TOLRÁ, M. coordinador. Catálogo de los Diptera de España, Portugal y Andorra (*Insecta*). Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 8, Zaragoza, p. 132-136.
- MICÓ, E., MARCOS-GARCÍA, M.A., ALONSO, M.A., PÉREZ-BAÑÓN, C., PADILLA, A. & JOVER, T. 2005. Un proyecto para la conservación de la fauna saproxílica en ecosistemas mediterráneos. *Cuadernos de Biodiversidad* 17: 10-20.
- OSHAWA, M. 2007. The role of isolated oak trees in maintaining beetle diversity within larch plantations in the central mountainous region of Japan. *Forest Ecology and Management* 250: 215-226.
- PÉREZ-BAÑÓN, C., PETANIDOU, T. & MARCOS-GARCÍA, M.A. 2007. Pollination in small islands by occasional visitors: the case of *Daucus carota* subsp. *commutatus* (*Apiaceae*) in the Columbretes archipelago, Spain. *Plant Ecology* 192: 133-151.
- RANIUS, T. 2006. Measuring the dispersal of saproxyllic insects: a key characteristic for their conservation. *Population Ecology* 48: 177-188.
- REEMER, M. 2005. Saproxyllic hoverflies benefit by modern forest management (*Diptera: Syrphidae*). *Journal of Insect Conservation* 9: 49-59.
- RICARTE, A., MARCOS-GARCÍA, M.A., PÉREZ-BAÑÓN, C. & ROTHERAY, G.E. 2007. The early stages and breeding sites of four rare saproxyllic hoverflies (*Diptera: Syrphidae*) from Spain. *Journal of Natural History* 41 (25-28): 1717-1730.
- RICARTE, A. & MARCOS-GARCÍA, M.A. 2008. Los sírfidos (*Diptera: Syrphidae*) del Parque Nacional de Cabañeros (España): una herramienta para la gestión. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 32 (1-2): 13-26.
- RICARTE, A., JOVER, T., MARCOS-GARCÍA, M.A., MICÓ, E. & BRUSTEL, H. 2009. Saproxyllic beetles (*Coleoptera*) and hoverflies (*Diptera: Syrphidae*) from a Mediterranean forest: towards a better understanding of their biology for species conservation. *Journal of Natural History*, 43 (9): 583-607.
- ROTHERAY, G.E. 1993. Colour guide to hoverfly larvae (*Diptera, Syrphidae*) in Britain and Europe. *Dipterists Digest* 9: 156 p.
- ROTHERAY, G.E. & MACGOWAN, I. 2000. Status and breeding sites of three presumed endangered Scottish saproxyllic syrphids (*Diptera, Syrphidae*). *Journal of Insect Conservation* 4: 215-223.
- ROTHERAY, G.E., HANCOCK, G., HEWITT, S., HORSFIELD, D. & MACGOWAN, I. 2001. The biodiversity and conservation of saproxyllic Diptera in Scotland. *Journal of Insect Conservation* 5: 77-85.
- ROTHERAY, G.E., DUSSAIX, C., MARCOS-GARCÍA, M.A. & PÉREZ-BAÑÓN, C. 2006. The early stages of three Palearctic species of saproxyllic hoverflies (*Syrphidae, Diptera*). *Micron* 37: 73-80.

- SCHLAGHAMERSKY, D.J. 2003. Saproxylic invertebrates of floodplains, a particularly endangered component of biodiversity. In: MASON F, NARDI G, TISATO M, editores. Dead wood: a key to biodiversity. Proceedings of the International Symposium "Dead wood: a key to biodiversity", Mantova, May 29-31, 2003, Sherwood 95, Suppl. 2, p. 15-18.
- SIRAMI, C., JAY-ROBERT, P., BRUSTEL, H., VALLADARES, L., LE GUILLOUX, S & MARTIN, J.L. 2008. Saproxylic beetle assemblages of old Holm-oak trees in the Mediterranean region: role of a keystone structure in a changing heterogeneous landscape. *Revue d'Ecologie la Terre et la Vie* 63: 93-106.
- SOMMAGGIO, D. 1999. Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? *Agriculture Ecosystems & Environment*, 74: 343-356.
- SPEIGHT, M.C.D. 1989. Saproxylic invertebrates and their conservation. *Nature and Environment Series* 42, Strasbourg.
- SPEIGHT, M.C.D. 2008. Species accounts of European Syrphidae (Diptera) 2008. In: SPEIGHT, M.C.D., CASTELLA, E., SARTHOU, J-P., MONTEIL, C. editores. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*, Syrph the Net publications, Dublín, vol. 55, 261 p.
- SPEIGHT, M.C.D. & CASTELLA, E. 2006. StN Database: content and glossary of terms, Ferrara, 2006. In: SPEIGHT, M.C.D., CASTELLA, E., SARTHOU, J-P. & MONTEIL, C. editores. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*, Syrph the Net publications, Dublín, vol. 52, 77 p.
- SPEIGHT, M.C.D., SARTHOU, V., SARTHOU, J.P. & CASTELLA, E. 2007. *Le Syrphe, l'ordinateur et la gestion de la biodiversité*. Rapport du Conservatoire Départemental des Espaces Naturels de Haute-Savoie (Asters), France, 58 pp.
- SPEIGHT, M.C.D., MONTEIL, C., CASTELLA, E. & SARTHOU, J-P. 2008. StN Ferrara 2008. In: SPEIGHT, M.C.D., CASTELLA, E., SARTHOU, J-P. & MONTEIL, C. editores. *Syrph the Net on CD*, Issue 6. The database of European Syrphidae. ISSN 1649-1917. Syrph the Net Publications, Dublin.
- TAKHTAJAN, A.L. 1986. *Floristic Regions of the World*. Berkeley, UC Press, 522 p.
- THOMPSON, F.C. & ROTHERAY, G.E. 1998. Family Syrphidae. In: PAPP, L. & DARVAS, B. (Eds.), *Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera*. Science Herald, Budapest, p. 81-139.
- VAQUERO, J. 1997. *Clima & flora vascular y vegetación*. In: García V, coordinador. *Parque Nacional de Cabañeros*. Editorial Ecohábitat, p. 70-154.
- VERDÚ, J.R. & GALANTE, E. editores. 2006. *Libro Rojo de los Invertebrados de España*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 411 p.
- WERMELINGER, B., FLÜCKIGER, P.F., OBRIST, M.K. & DUELLI, P. 2007. Horizontal and vertical distribution of saproxylic beetles (Col., Buprestidae, Cerambycidae, Scolytinae) across sections of forest edges. *Journal of Applied Entomology* 131 (2): 104-114.

