

Editores

Estefanía Micó, M. Ángeles Marcos García y Eduardo Galante

Los insectos saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros



Los insectos saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros

NATURALEZA Y PARQUES NACIONALES
Serie técnica





Los insectos saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros

Editores

Estefanía Micó,
M. Ángeles Marcos García
y Eduardo Galante



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Los insectos
saproxílicos del Parque
Nacional de Cabañeros

Editores

Estefanía Micó,
M. Ángeles Marcos García
y Eduardo Galante

Editores

Estefanía Micó, M. Ángeles Marcos García y Eduardo Galante
Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO)
Universidad de Alicante

Fotografía de portada: Roderic Pla

A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:

Micó E., Marcos-García M.A., Galante E.(Eds). 2013. *Los insectos saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Forma de citar un capítulo de libro:

Micó E., Quinto J., Marcos-García M.A. 2013. La vida en la madera: El concepto *saproxílico* y sus microhábitats. Grupos de estudio y niveles tróficos. En: Micó E., Marcos-García M.A., Galante E.(Eds). *Los insectos saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros*: PONER PAGINAS (n-nn). Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

La información recogida en este libro pretende ser fuente de conocimiento e inspiración para el desarrollo de futuras investigaciones y, al mismo tiempo, una herramienta de trabajo para profesionales de la conservación, gestores del medio ambiente, así como para docentes y estudiantes de posgrado interesados en la conservación de la biodiversidad del bosque mediterráneo.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente del Organismo Autónomo de Parques Nacionales

Reservados todos los derechos. Queda prohibida la reproducción y/o almacenamiento, por cualquier método existente o por existir, de la totalidad o cualquier parte de la obra sin autorización escrita de los propietarios de los derechos de autor.

EDITA

Organismo Autónomo Parques Nacionales
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado en:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

ISBN: 978-84-8014-854-2

NIPO: 293-13-024-5

Depósito legal: M-29840-2013

Imprime: La Trébere

Impreso en España / Printed in Spain

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todas aquellas personas que han colaborado en los trabajos que hemos llevados a cabo a lo largo de 10 años en el Parque Nacional de Cabañeros: a los taxónomos Teima Jover, Leo Chékir, Olivier Courtin, Tomás Yelamos, María José López y Pablo Mariño, por su contribución en la identificación de algunos grupos de insectos y en especial queremos agradecer a Roland Allemand, recientemente fallecido, por su inestimable colaboración en la identificación de los Ptinidos, a Jesús Ordóñez y a Roderic Pla por su ayuda en la ilustración de este libro, a Ascensión Padilla por su ayuda con el GIS, a Segundo Ríos y Jorge Juan por su asesoramiento sobre la flora y vegetación, a Jesús Ordóñez y Carmen Bertolín por el diseño y elaboración de las trampas utilizadas en la captura de insectos, al personal administrativo y técnico del Parque Nacional de Cabañeros por su colaboración en el trabajo de campo, en especial a Ángel Gómez y a José Jiménez y Manuel Carrasco que durante sus respectivos periodos de responsabilidad como directores del Parque valoraron y facilitaron nuestro trabajo.

La realización de estos estudios ha sido posible gracias a la subvención proporcionada por los siguientes Proyectos de Investigación:

Organismo Autónomo de Parques Nacionales (040/2002), Ministerio de Educación y Ciencia (CGL2005-0713/BOS, CGL2008-04472), Ministerio de Ciencia e Innovación (CGL2009-09656, CGL2011-23658), Generalitat Valenciana (GV04A/576, ACOMP06/063, ACOMP/2011/225), Universidad de Alicante (GRE04-13, INV0551).

ÍNDICE

I. El bosque mediterráneo ibérico: un mundo manejado y cambiante. Eduardo Galante & M. Ángeles Marcos García	11
II. La vida en la madera: El concepto <i>saproxílico</i> y sus microhábitats. Grupos de estudio y niveles tróficos. Estefanía Micó, Javier Quinto & M. Ángeles Marcos García	33
III. Métodos de muestreo de insectos saproxílicos. Antonio Ricarte & Javier Quinto	53
IV. Diversidad de Coleópteros y Dípteros (Syrphidae) saproxílicos en el Parque Nacional de Cabañeros. Alejandra García-López, Estefanía Micó, Roland Allemand [†] , Miguel Ángel Alonso-Zarazaga, Marina Blas, Hervé Brustel, Eduardo Galante, Andreas Herrmann, Pascal Leblanc, José Luis Lencina, Gianfranco Liberti, M. Ángeles Marcos García, Thierry Noblecourt, Carlos Otero, Javier Quinto, Josep María Riba, Antonio Ricarte, Olivier Rose, Graham Rotheray, Fabien Soldati, Jean-Philippe Tamisier, Antonio Verdugo, Pier Paolo Vienna, Amador Viñolas & José Luís Zapata de la Vega.	71
V. Variables que influyen en la biodiversidad saproxílica: una cuestión de escala. Estefanía Micó, Javier Quinto, Alejandra García-López & Eduardo Galante	113
VI. Conservación de los insectos saproxílicos del bosque mediterráneo. M. Ángeles Marcos García & Eduardo Galante	123

I

EL BOSQUE MEDITERRÁNEO IBÉRICO: UN MUNDO MANEJADO Y CAMBIANTE

Eduardo Galante & M. Ángeles Marcos García



INTRODUCCIÓN

Se ha escrito mucho sobre la composición y dinámica del bosque mediterráneo ibérico, y sin embargo seguimos sin conocer la realidad de la biodiversidad entomológica que encierra. Cuando hablamos del bosque mediterráneo se nos antoja, a primera vista, como un medio fácilmente definible y quizás homogéneo en su riqueza y composición de especies, y sin embargo cada una de sus representaciones a lo largo del espacio ibérico son singulares, diferentes, marcadas por condiciones ambientales particulares, sometidas a largas y diferenciadoras historias de transformaciones por acción humana que han condicionado la estructura, riqueza y dinámica funcional de cada uno de ellos. Estas formaciones se caracterizan por una combinación de especies arbóreas y arbustivas que pueden llegar a constituir formaciones muy cerradas, difícilmente penetrables, pero que en la mayoría de los casos han dado paso a medios clareados, consecuencia de una actividad histórica de pastoreo, carboneo y extracción de leña.

En la actualidad, realmente no existe un auténtico bosque mediterráneo, sino una matriz de paisaje formada por leñosas de diferentes portes que conforman un medio al que nos referimos de manera más adecuada como monte mediterráneo ibérico (Fig. 1). Se trata de una formación que se ha ido perfilando y estructurando a lo largo de los últimos 5.000 años (Grove & Rackham 2001) y que se encuentra en uno de los centros biogeográficos más importantes de la región Paleártica, la cuenca mediterránea, considerada a

*Figura 1: El monte mediterráneo, principal valor del Parque Nacional de Cabañeros.
Foto: E. Galante.*



nivel mundial como “punto caliente” de biodiversidad (Myers *et al.* 2000). Una región, actualmente sometida a un proceso intenso de transformación y degradación ambiental que sin embargo continúa albergando una rica y particular diversidad biológica (Blondel & Aronson 1999, Medial & Quézel 1997) ligada a paisajes singulares, modelados por el hombre a lo largo de milenios. El clima que la caracteriza también puede ser considerado como realmente particular, ya que los inviernos son de un frío moderado, con lluvias en los meses de otoño y primavera y un periodo estival seco y caluroso que provoca en general una baja disponibilidad de agua en superficie (Archibold 1995). En consecuencia, el crecimiento vegetativo y la aparición de gran parte de la actividad biológica de sus seres vivos se centran principalmente en primavera y otoño, estaciones críticas para el crecimiento vegetal y procesos reproductivos de gran parte de los organismos que viven en estos ecosistemas.

Cuando analizamos el mundo de los seres vivos vemos que todo es dinámico y cambiante a lo largo del tiempo, nada permanece y la diversidad biológica se organiza, estructura y ajusta en cada momento como si fuesen piezas de un rompecabezas vivo y dinámico. El conjunto de organismos que observamos en cualquier lugar son el resultado de procesos históricos que conllevan coincidencias temporales de especies originadas en distintos periodos geológicos, y probablemente en diferentes escenarios ecológicos, llegando a conformar ensambles de especies cuya interpretación debe hacerse bajo una visión histórica (Herrera 1992). El resultado de la biodiversidad existente en cada momento viene condicionado tanto por factores históricos extrínsecos que condicionan la llegada y permanencia de grupos taxonómicos que conforman los ecosistemas en un momento dado, como pueden ser movimientos orogénicos, fluctuaciones climáticas y alteraciones de su estructura espacial entre otras, como por factores intrínsecos recientes debido a los ajustes que se producen continuamente en las relaciones entre las especies que se integran en las comunidades.

Los bosques mediterráneos ibéricos son ecosistemas singulares, escasamente representados en otras partes del mundo y que albergan una elevada riqueza de seres vivos con altos niveles de endemidad (especies exclusivas). Estos ecosistemas mediterráneos ibéricos son el resultado de la formación y estructuración de sus comunidades biológicas en una situación geográfica particular situada a caballo entre dos continentes, con influencia de diferentes regiones biogeográficas y con una larga historia de cambios ambientales que, durante los últimos tres millones de años, han condicionado la diversidad biológica del continente europeo y región norteafricana.

La región mediterránea se caracteriza por tener lo que denominamos clima mediterráneo que surgió en el Terciario, hace unos 3,2 millones de años y condicionó la modificación de la composición de los bosques y la

aparición de una nueva estructura de vegetación que denominamos mediterránea (Suc 1984). No obstante, las características climáticas de regímenes de lluvias y temperaturas no se establecieron de manera definitiva en esta región hasta hace unos 2,8 millones de años y sin embargo, tal y como lo conocemos hoy día, no se fijó hasta hace tan sólo unos 8.000-5.000 años, habiendo pasado desde entonces por diversos periodos de acusados descensos de temperaturas (Grove & Rackham 2001, McGlone 1996, Fagan 2009).

En el marco de los factores históricos que han configurado la fauna y flora de la cuenca mediterránea, debemos considerar como factor determinante el que condicionó la composición y distribución de las especies y comunidades de esta región durante los tres últimos millones de años. Se trata de la aparición de periodos glaciares con una duración media de unos 100.000 años, interrumpidos por cortos periodos interglaciares más cálidos (Webb & Bartlein 1992). Los acusados descensos de temperatura durante estas fases en las que gran parte del continente europeo estuvo cubierto de hielo, tuvieron una clara repercusión en la disponibilidad de recursos hídricos para los seres vivos, condicionando la distribución de los bosques europeos y restringiendo su distribución espacial. Los procesos de congelación del suelo indudablemente provocaron en el norte y centro de Europa la imposibilidad de permanencia de los ecosistemas forestales y de prácticamente toda la diversidad biológica asociada (Comes & Kadereit 1998). Durante estos periodos extremadamente fríos, la cuenca del Mediterráneo se transformó en un refugio de biodiversidad europea a partir del periodo Terciario, convirtiéndose sus riberas en un refugio de fauna y flora bajo unas condiciones climáticas muy particulares. Durante estos largos periodos glaciares, fue cuando las especies arbóreas forestales, con su flora y fauna asociada, se desplazaron y sobrevivieron en refugios montañosos del sur de Europa y áreas próximas al mar (Bennett *et al.* 1991), zonas más cálidas que se encontraban libres de hielos. Estas áreas constituyeron más tarde el punto de partida para nuevas recolonizaciones de las regiones del centro y norte de Europa, a través de procesos dispersivos durante los periodos cálidos interglaciares como en el que ahora nos encontramos (Brewer *et al.* 2002). Ha sido una migración a gran escala que partiendo del Mediterráneo ha ido recolonizando a lo largo de los últimos 10.000 años el centro y norte de Europa, hasta el punto de que algunos autores hayan puesto de manifiesto que especies tenidas por centroeuropeas, como pueden ser hayas, abetos y robles, en realidad han pasado más tiempo en las zonas templadas de la región mediterránea que en el resto de Europa (Carrion 2003).

La diversidad biológica que actualmente podemos observar en nuestros bosques mediterráneos ibéricos, está por tanto constituida por aportes de

líneas evolutivas con orígenes diversos en espacio y tiempo (Quézel *et al.* 1980, Raven 1974, Blondel & Aronson 2005). Así podemos encontrar taxones que son auténticos relictos de periodos preglaciares del Plioceno-Pleistoceno (5 y 1,8 millones de años respectivamente), con otros llegados posteriormente durante el Cuaternario y recientes colonizaciones propiciadas en gran parte por las transformaciones del medio debido a actividad humana (Galante & Marcos-García 2004, Blondel & Aronson 2005).

HISTORIA DE LA BIODIVERSIDAD MEDITERRÁNEA

Para poder comprender la actual biodiversidad que encierran los bosques mediterráneos ibéricos, tenemos que considerar obligatoriamente el conjunto de factores históricos de la cuenca mediterránea, acontecimientos que se han producido durante al menos los tres últimos millones de años. Los datos paleontológicos nos muestran que la diversidad geográfica y climatológica dentro de la cuenca mediterránea durante los periodos glaciares e interglaciares, permitieron la coexistencia a escala regional de las bandas de vegetación que previamente estaban presentes en muchos puntos de Europa y por tanto de su fauna asociada (Blondel & Aronson 1999).

El último periodo glacial (denominado Würm) que llegó a cubrir de hielos las regiones del norte y centro del continente europeo, finalizó hace unos 10.000 años. Como se ha indicado, durante este periodo se dieron una serie de eventos intermedios caracterizados por temperaturas cálidas cuya influencia condicionó la biodiversidad que hoy encontramos. Durante la fase inicial de este último periodo glacial, los hielos se extendían desde el Ártico hasta la mitad de Europa y el macizo de los Alpes, mientras la mitad sur del continente europeo estaba cubierta por formaciones de tundra ártica y estepas. El hielo oceánico se extendió hasta el sur de las islas británicas, cortando el paso hacia el norte de la corriente cálida del Golfo, que fue desviada hacia las costas atlánticas de la península Ibérica. Los bosques de coníferas se extendían al sur del paralelo 45° y una banda costera de bosque caducifolio se situaba al norte del mar Mediterráneo, llegando a las costas occidentales de la península Ibérica, salpicado todo ello por manchas aisladas de formaciones de lo que hoy conocemos como típicamente mediterráneas (Brown & Gibson 1983).

Actualmente nos encontramos en un periodo interglacial que se inició hace unos 10.000 años, y si bien bandas de vegetación y muchos animales asociados se han ido desplazando nuevamente hacia el norte de Europa, en algunos casos han existido impedimentos ambientales que les han confinado a determinadas áreas o refugios. Estas poblaciones son actualmente

muy vulnerables a cualquier cambio ambiental y en muchos casos están gravemente amenazadas por la reciente alteración de los ecosistemas y cambios de paisaje.

ACTIVIDAD HUMANA Y BIODIVERSIDAD

Un factor que ha determinado la biodiversidad ligada a los ecosistemas de monte mediterráneo, tal como ha llegado hasta nosotros, ha sido la intensa actividad de transformación por actividad humana (García Antón *et al.* 2002, Lucio & Gómez Limón 2002). En todo caso, resulta paradójico constatar que una zona del planeta con una historia de alteraciones antrópicas iniciada hace miles de años, alberga sin embargo una de las mayores diversidades de seres vivos (Myers *et al.* 2000, Blondel & Aronson 1999). Hace unos 8.000 años, el continente europeo entró en una nueva etapa caracterizada por temperaturas más cálidas que dejó atrás el periodo frío del Dryas reciente y permitió la expansión de vegetación mesófila (Reille *et al.* 1996). Se asentaron desde entonces en la cuenca mediterránea los quejigales, encinares, coscojales y alcornoques, coincidiendo con un momento en que la historia del hombre se había adentrado en una nueva etapa de gran transcendencia que condicionaría desde entonces la estructura del paisaje mediterráneo, la Revolución Neolítica (Reille *et al.* 1980). Este nuevo periodo de la historia humana se caracterizó por la consolidación de sus asentamientos y el afianzamiento de un largo proceso de domesticación de plantas y animales (Rubio de Miguel 2011) que se había iniciado unos 4.000 años antes en la región oriental del Mediterráneo, probablemente a orillas del río Eúfrates (Willcox 2007, Willcox *et al.* 2009) y que se extendió rápidamente hasta el oeste de cuenca mediterránea (García Antón *et al.* 2002, Riera Mora & Amat 1994). Se inició entonces un intenso proceso de transformación de los ecosistemas mediterráneos, creando zonas clareadas en el interior de las masas boscosas que fueron quedando fragmentadas y transformadas en áreas de cultivos y zonas de pastizal (Hernández & Romero 2009). Este proceso unido al uso generalizado del fuego como medio de transformación de los ecosistemas naturales en áreas de aprovechamiento agrícola y ganadero, condujo a modificaciones profundas del paisaje, siendo una de sus manifestaciones más patentes la reducción creciente de áreas de bosques (Quézel & Médail 2003, Pons & Suc 1980) que ha condicionado su biodiversidad (Blondel & Vigne 1984). Hace algo más de 7.000 años ya se había iniciado una severa destrucción del bosque mediterráneo, hasta el punto de poder afirmar que ya estaba totalmente transformado hace unos 5.000 años. En consecuencia la cuenca mediterránea fue adquiriendo un paisaje fragmentado y heterogéneo, una matriz constituida por parches de



*Figura 2: El bosque mediterráneo un paisaje antropizado, fragmentado y heterogéneo.
Foto: E. Galante.*

Figura 3. Ciervos (Cervus elaphus) en la raña del Parque Nacional de Cabañeros. Foto: E.Micó.



bosque y matorral, que alternan con áreas de pastizales y campos agrícolas (Fig. 2) en las proximidades de los asentamientos humanos (Pons & Quezel 1985). Fue a partir de este periodo cuando gracias a la presencia de animales domesticados, los procesos de herbivoría actuaron de nuevo en el modelado de los ecosistemas mediterráneos, un proceso que habría disminuido drásticamente en épocas pretéritas debido principalmente a la defaunación provocada por la actividad de caza sobre poblaciones de grandes vertebrados, particularmente ungulados (Tchernov 1984). Esta actividad de los herbívoros constituye un factor determinante en la diversificación vegetal (Fig. 3) que incrementa la heterogeneidad en la distribución espacial de la vegetación y la formación de asociaciones diferenciadas de especies vegetales (Zamora *et al.* 2001). En toda la cuenca mediterránea se dieron unas pautas semejantes de explotación del territorio, un proceso favorecido por el continuo intercambio de personas y alimentos a través del mar Mediterráneo.

EL BOSQUE MEDITERRÁNEO

La típica vegetación mediterránea, tal y como hoy la conocemos, no tiene una antigüedad superior a los 5.000 años en la cuenca del Mediterráneo (Grove & Rackham 2001). Esto representa un corto periodo de tiempo que no permite suponer que características definitorias como la esclerofilia (Aerts 1995) sea el resultado de un proceso evolutivo bajo condiciones propias del Mediterráneo, sino que puede tratarse de preadaptaciones funcionales en especies de crecimiento lento y larga vida (Valladares *et al.* 2008). Este bosque mediterráneo está constituido por formaciones leñosas que llegan a constituir densas formaciones de especies arbóreas o arbustivas de hoja dura e incluso espinosas, productoras de frutos muy alimenticios (bellotas, aceitunas, madroños, algarrobas, almendras, etc.) (Fig. 4). Los bosques continentales ibéricos más característicos son los encinares de *Quercus rotundifolia*, melojares de *Quercus pyrenaica*, quejigares de *Quercus faginea*, alcornocales de *Quercus suber*, sabinares y enebrales de *Juniperus*, así como pinares de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* y *Pinus pinaster* a los que tradicionalmente se les presta menor atención y sin embargo también albergan una interesante biodiversidad (Gil 2009). La extensión y presencia de estas especies forestales han sido históricamente influenciadas por el incremento natural de temperaturas y los procesos de erosión del suelo, en gran parte debido a actividades humanas que han provocado la sustitución de bosques de quercíneas caducifolias y marcescentes por bosques de especies esclerófilas como la encina (González Rebollar *et al.* 1995, González Rebollar 1996). El resultado de este proceso histórico ha sido la sustitución de quejigares y robledales por encinares, dando lugar a formaciones de monte

mediterráneo de encina en lugares donde previamente debió de haber bosques mixtos con dominio del quejigo (Ibáñez *et al.* 1997). Al mismo tiempo las poblaciones humanas del Mediterráneo ejercieron un proceso de selección de especies arbóreas y de matorral productoras de frutos almacenables que pudieran cubrir sus necesidades alimenticias alterando el bosque original y provocando lo que González Bernáldez (1992) denominó la frutalización del bosque. Precisamente la selección de especies productoras de mayor cantidad de bellotas y más dulces es la causa del predominio de la encina que domina el paisaje español frente a otras especies de quercíneas (Manuel & Gil 1999).

La reducción de las áreas de bosque por acción antrópica y la intensificación de la actividad agropecuaria, han dominado la dinámica del paisaje de la cuenca mediterránea a lo largo de la historia, influyendo en la composición florística y estructura de sus ecosistemas (Blanco *et al.* 1997; García Antón *et al.* 2002). En consecuencia, nuestros bosques y matorrales mediterráneos constituyen auténticos paisajes culturales modelados por acción humana (García Antón *et al.* 2002, Monserrat 2009) cuya supervivencia depende de las actividades tradicionales agrosilvopastorales llevadas a cabo desde hace milenios, y que han convertido a estos espacios mediterráneos en un valioso patrimonio tanto natural como cultural (San Miguel *et al.* 2012). El resultado es un rico mosaico espacial de campos de cultivo y pastizales de pequeño tamaño, limitados por márgenes de vegetación herbácea o arbustiva que alternan con fragmentos del bosque original siempre gestionado por el hombre y que constituyen una constante de nuestros paisajes rurales. Al contrario de lo que ocurre



Figura 4: Flor y fruto del madroño (*Arbutus unedo*). Foto: J. Ordóñez.

en otros muchos ecosistemas, su amenaza actual no proviene de la sobreexplotación sino del abandono de su uso tradicional y de los procesos de despoblación de las áreas rurales. El abandono de las prácticas agrosilvopastorales, provoca el aumento de la superficie ocupada por matorrales (Brouwer 1991) y un proceso de cerramiento del medio por leñosas que afecta negativamente a la diversidad biológica (Blondel & Aronson 1999, Galante 2005). Por todo ello, en la península Ibérica la acción humana se hace imprescindible para mantener una estructura de un paisaje mediterráneo en el que coexisten pastizales y áreas de arbolado (Hutsinger & Bartolome 1992) y que tiene su máxima expresión en las dehesas, ecosistema singular que alberga una de las más elevadas riquezas en plantas y animales de la cuenca mediterránea (Díaz *et al.* 2003, Valladares *et al.* 2008).

Actualmente sabemos que la conservación de la biodiversidad del bosque mediterráneo implica compatibilizar programas de conservación de diversidad biológica y programas de desarrollo rural que contemplen sistemas de gestión tradicional del monte mediterráneo (San Miguel *et al.* 2012). La forma de tratamiento cultural que se ha llevado a cabo durante siglos en el bosque mediterráneo ha buscado incrementar la producción de fruto y madera. Este proceso ha favorecido el dinamismo del ecosistema de monte mediterráneo, facilitando la regeneración del arbolado y la supervivencia de los árboles existentes que llegan a alcanzar grandes dimensiones. Las podas selectivas y controladas, como el olivado (limpieza del ramaje denso o muerto del árbol) y resalveo (apertura de huecos en matas densas de arbolado joven para ayudar al crecimiento de los individuos más fuertes) e incluso el desmoche (podas de ramas del árbol para conseguir una mayor superficie de copa), son técnicas que se han venido aplicando y han incrementado la heterogeneidad espacial, facilitando el desarrollo de nuevos árboles y favoreciendo la estructura en mosaico del monte mediterráneo. Este tipo de manejo, unido a factores naturales como rayos, nieve y viento, han favorecido la aparición en el árbol de heridas y oquedades de distinto tamaño que son generalmente muy visibles en los árboles más viejos (ver capítulo 2). Estas oquedades, rugosidades de la corteza y heridas constituyen microhábitats muy diversificados en forma, tamaño, posición y orientación que albergan una rica comunidad saproxílica de invertebrados (Marcos-García *et al.* 2010, Micó *et al.* 2005, 2010). Al mismo tiempo estos bosques albergan grandes cantidades de madera muerta, tanto en el suelo como sobre mismo árbol, que constituye una fuente de alimento y refugio para numerosas especies de insectos, micromamíferos, aves, hongos, etc.

Por todo ello, como se indica en el capítulo 6, la estrategia de conservación de la biodiversidad saproxílica asociada al bosque mediterráneo, debe estar ligada a un modelo de gestión del bosque que tiene que conservar los servicios ecosistémicos mediante una gestión extensiva y diversificada que garantice su contribución al bienestar social compatible con la conservación de la biodiver-

sidad y los procesos ecológicos (European Commision 2009). La amenaza que se cierne sobre la biodiversidad del bosque mediterráneo no es sólo consecuencia de la fragmentación y eliminación de hábitats sino, como se ha indicado antes, es el resultado del abandono creciente de la actividad agropecuaria tradicional que ha sido impulsada por el cambio de usos agrícolas del suelo, provocando una pérdida de diversidad paisajística y de su biodiversidad. Es este un problema relativamente reciente que se inició a mediados del siglo XX, en el que la despoblación de áreas rurales ha llevado al abandono de la gestión del monte mediterráneo y a la eliminación del manejo del árbol y uso de su madera al generalizarse el empleo de combustibles fósiles (Cañellas *et al.* 1996) y que está produciendo un bosque más cerrado y envejecido (Barberó *et al.* 1990).

CABAÑEROS UN MOSAICO MEDITERRÁNEO

El Parque Nacional de Cabañeros, creado en 1995 (http://reddeparquesnacionales.mma.es/parques/cabaneros/home_parque_cabaneros.htm), posee una extensión de unas quince mil hectáreas y se encuentra ubicado en los Montes de Toledo, en el centro de la Península Ibérica, extendiéndose a través de macizos y sierras no muy elevadas (900 a 1400 m), surcadas por barrancos y zonas angostas o boquerones que concentran humedad y permiten la existencia de una frondosa vegetación (Fig. 5). La imagen más



Figura 5: Los barrancos y boquerones concentran humedad que permiten la existencia de una frondosa vegetación. Foto: J. Ordóñez.

característica y conocida de Cabañeros la constituyen sus pastizales anuales y vivaces que se extienden a través de rañas y zonas abiertas, creando un manifiesto contraste con las áreas de matorral y de bosque que se encuentran en las sierras, valles y barrancos (Vaquero de la Cruz 1997) (Fig. 6). Este heterogéneo paisaje que llama la atención del visitante, es el resultado de una compleja red de interacciones ambientales y transformaciones históricas por actividad agrosilvopastoral llevadas a cabo a largo de cientos de años (García Canseco 1997). Estos pastizales son las formaciones de mayor diversidad florística de Cabañeros (Fig. 7), constituyendo el mayor exponente del resultado de la actividad humana en la zona y de la actividad de los herbívoros. Ocupan grandes extensiones adeshadas,



Figura 6: Panorámica de la Raña (Parque Nacional de Cabañeros). Foto: J. Ordóñez.

Figura 7: Los pastizales albergan la mayor diversidad florística del Parque Nacional de Cabañeros. Foto: M. A. Marcos García.



cultivos abandonados y vallicares, así como los claros de bosque y de matorral (Vaquero de la Cruz 1997) (Fig. 8). La otra formación característica de Cabañeros la conforman sus masas forestales constituidas por restos de un bosque original, ahora fragmentado, y que ocupan sierras y planicies así como las galerías a lo largo de los cursos de agua (Fig. 9).

Las formaciones de bosque de Cabañeros están dominadas por bosquetes de quercíneas, siendo las formaciones mixtas en las que conviven alcornoques (*Quercus suber*), quejigos (*Quercus faginea* subsp. *broteroi*) y encinas (*Quercus rotundifolia*), las masas forestales mejor representadas. No obstante se ha producido a través de siglos una acción de simplificación del medio por acción humana que ha favorecido en algunos casos el predominio de determinadas especies arbóreas. En general el piso mesomediterráneo está dominado por bosques mixtos de encinas, quejigos y alcornoques y en menor grado por rebollos, mientras que en el piso supra-mediterráneo las encinas y rebollos dominan el paisaje, con excepción de las zonas más frías y húmedas donde los quejigos (Fig. 10) constituyen formaciones monoespecíficas, mientras el alcornoque (Fig. 11) domina en las áreas más termófilas y subhúmedas (Vaquero de la Cruz 1997)

Figura 8: Paisaje adehesado donde dominan las encinas, *Quercus rotundifolia*. Foto: J. Ordóñez.





Figura 9: En Cabañeros los bosques riparios discurren entre matorrales y parches de bosque esclerófilo y caducifolio (Gargantilla, al norte del Parque Nacional). Foto: R. Pla.





Figura 10: Las encinas (Quercus rotundifolia) dominan gran parte del paisaje del Parque Nacional de Cabañeros. Foto: R. Pla.



Figura 11: Favorecidos por la explotación del corcho hasta finales del siglo XX, los alcornoques (Quercus suber) constituyen una de las formaciones predominantes de la zona norte del parque. Foto: R. Pla.

En Cabañeros podemos observar cómo las formaciones maduras de bosque de quercíneas son muy diversas en edades de sus árboles y están acompañadas por especies arbóreas de menor porte como madroños (*Arbutus unedo*), arces (*Acer monspessulanum*), acebuches (*Olea europea*), etc. Asimismo son abundantes las formaciones arbustivas con coscojas (*Quercus coccifera*), durillos (*Viburnum tinus*), pistáceas (*Pistacea terebinthus* y *P. lentiscus*), brezos (*Erica arborea*) y en las zonas más alteradas, debido a desbroces, fuegos y roturado del terreno, aparecen cistáceas (*Cistus* spp. y *Halimium ocymoides*), brezos (*Erica australis* y *E. umbellata*) y retamas (*Cytisus* spp. y *Genista* spp.). Por último en las orillas y riberas de los cursos de agua encontramos formaciones arbóreas caducifolias que constituyen bosquetes húmedos y umbríos. Las zonas riparias (Fig. 12) están dominadas por fresnos (*Fraxinus angustifolia*) y sauces (*Salix atrocinerea*) encontrando en posiciones más alejadas quejigos y rebollos (Valladares de la Cruz 1997).

Este mosaico paisajístico que caracteriza al PN de Cabañeros es el resultado de una larga actividad humana a lo largo de siglos, ligada a la historia de la comarca en la que se enclava, los Montes de Toledo. Sus ecosistemas sufrieron pocas transformaciones hasta mediados del siglo XIX como consecuencia de las imposiciones de la ciudad de Toledo que ostentó la propiedad desde el siglo XIII hasta mediados del siglo del XIX, momento en que pasó a manos de sus acreedores que desde 1860, y durante 25 años, llevaron a

Figura 12: Las fresnedas (*Fraxinus angustifolia*) forman bosques de ribera a lo largo del norte del Parque Nacional de Cabañeros. Foto: R. Pla.



cabo un intenso aprovechamiento forestal de sus bosques y el uso del ganado de las rañas, fragmentando la propiedad. A partir de 1885 se inició un decisivo proceso privatizador que llevó a la fragmentación del territorio y distribuyó el área entre diversos propietarios, tanto privados como municipios y comunidades, que continuaron con actividades agrícolas de escaso rendimiento económico e intensificaron la actividad de caza. Esta situación se mantuvo hasta finales del siglo XX cuando fue declarado Parque Natural en 1988 por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y posteriormente Parque Nacional el 20 de noviembre de 1995 (García Canseco 1997; <http://reddeparquesnacionales.mma.es/parques/cabaneros/historia.htm>).

Esta heterogeneidad espacial que presenta Cabañeros, el dinamismo histórico de sus ecosistemas debido a procesos naturales y antrópicos, y la alta diversidad de especies leñosas, son los factores que indudablemente han determinado la alta diversidad de insectos saproxílicos que hoy día encontramos en este Parque Nacional (Ricarte *et al.* 2009, Micó *et al.* 2013) y que se expone en los siguientes capítulos.

BIBLIOGRAFÍA

- Archibold O.W. 1995. *Ecology of world vegetation*. Chapman & Hall, London.
- Aerts R. 1995. The advantages of being evergreen. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 402–407.
- Barbero M., Loisel R., Quezel P. 1992. Biogeography, ecology and history of Mediterranean *Quercus ilex* ecosystems. *Vegetatio* 99–100: 19–34.
- Bennett K.D., Tzedakis P.C., Willis K.J. 1991. Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography* 18: 103–115.
- Blanco E., Casado M.A., Costa M., Escribano R., García M., Génova M., Gómez A., Gómez F., Moreno J.C., Morla C., Regato P., Sainz H. 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta, Madrid.
- Blondel J., Aronson J. 1990. *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region* (2ª edición 2005). Oxford University Press, Oxford.
- Blondel J., Vigne J.D. 1984. Space, time and man as determinants of diversity of birds and mammals in the Mediterranean Region. En: Rickefs R.E., Schluter D. (Eds.) *Species diversity in ecological communities*: 135–146. University of Chicago Press, Chicago.
- Brewer S., Cheddadi R., de Beaulieu J.L., Reille M. 2002. The spread of deciduous *Quercus* throughout Europe since the last glacial period. *Forest Ecology and Management* 156: 27–48.
- Brown J.H., Gibson A.C. 1983. *Biogeography*. Mosby, St. Louis
- Brouwer F.M. 1991. *Land use changes in Europe: processes of change, environmental transformations and future patterns*. Kluwer Academic

- Publishers, Dordrecht.
- Canellas I., Montero G., Jimenez M.D. 1996. Litterfall in a rebollo oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) coppice thinnend with various intensities. *Annali Istituto Sperimentales Selvicoltura* 27:25–29.
- Carrion J.S. 2003. Sobresaltos en el bosque mediterráneo: incidencia de las perturbaciones observables en una escala paleoecológica. *Ecosistemas* 2003(3): URL: <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/225>
- Comes H.P., Kadereit J.W. 1998. The effect of Quaternary climatic changes on plant distribution and evolution. *Trends in Plant Sciences* 3: 432–438.
- Díaz M., Pulido F.J., Marañón T. 2003. Diversidad biológica y sostenibilidad ecológica y económica de los sistemas adhesados. *Ecosistemas* 2003(3): URL: <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/229>
- European Commission 2009. *Management of Natura 2000 habitats* (http://ec.europa.eu/environment/naure/natura2000/management/habitats/models_en.htm)
- Fagan B. 2009. *La pequeña Edad del Hielo*. Editorial Gedisa, Barcelona.
- Galante E. 2005. Diversité entomologique et activité agro-sylvopastorale. En: Lumaret J.P., Jaulin S., Soldati F., Pinault G., Dupont P. (Eds). *Conservation de la biodiversité dans les paysages ruraux européens*: 31–41. Université de Montpellier III, Francia.
- Galante E., Marcos-García M.A., 2004. El Bosque Mediterráneo. Los Invertebrados. En: García-Canseco V., Asensio B. (Eds.). *La Red española de Parques Nacionales*: 272–282. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- García Antón M., Maldonado J.C., Sainz Ollero H. 2002. Fitogeografía histórica de la península Ibérica. En: Pineda F., Miguel J. de, Casado M. (Eds.). *La Diversidad Biológica de España*: 45–63. Prentice Hall, Madrid.
- García Canseco V. (Ed.) 1997. *Parque Nacional de Cabañeros*. Ecohábitat, Ciudad Real.
- Gil L. 2008. *Pinares y robledales. La diversidad que no se ve*. Real Academia de Ingeniería, Madrid.
- González Bernáldez F. 1992. *La frutalización del paisaje mediterráneo*. En *Paisaje mediterráneo*. Electra. Milán.
- González Rebollar, J.L. 1996. Sistemas agrarios sostenibles en áreas marginales. En: Lasanta T., García Ruíz JM (Eds.). *Erosión y Recuperación de Tierras en Áreas Marginales*: 173–182. Instituto de Estudios Riojanos y Sociedad Española de Geomorfología, Logroño.
- González Rebollar J.L., García-Álvarez A., Ibáñez J.J. 1995. A mathematical model for predicting the impact of climate changes on mediterranean plant landscapes. En: Zewer S., van Rompaey R.S.A.R., Kok M.T.J., Berk M.M. (Eds.) *Climate Change Research: Evaluation and Policy Implications*: 757–762. Elsevier, Amsterdam.

- Grove A.T., Rackham O. 2001. *The nature of Mediterranean Europe. An ecological history*. Yale University Press, New Haven.
- Hernández L., Romero F. (coordinadores) 2009. *Bosques españoles. Los bosques que nos quedan y propuestas de WWF para su restauración*. WWF España (www.wwf.es/bosques) Madrid.
- Herrera C.M. 1992. Historical effects and sorting processes as explanations for contemporary ecological patterns: character syndromes in Mediterranean woody plants. *The American Naturalist* 140: 421–446.
- Hutsinger L., Bartolome J.W. 1992. Ecological dynamics of *Quercus* dominated woodlands in California and southern Spain: a state-transition model. *Vegetatio* 99–100: 299–305.
- Ibáñez J.J., González Rebollar J.L., García Álvarez A., Saldaña A. 1997. Los Geosistemas mediterráneos en el espacio y en el tiempo. En: Ibáñez Estevez J.J., Valero Garcés B., Machado C. (Eds.). *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación*: 27–130. Geoforma Ediciones, Logroño.
- Lucio J.V., Gómez Limón J. 2002. Percepción de la diversidad paisajística. En: Pineda F., Miguel J. de, Casado M. (Eds.). *La Diversidad Biológica de España*: 101–110. Prentice Hall, Madrid
- Manuel C., Gil L. 1998. *La transformación histórica del paisaje forestal en España*. Segundo Inventario Forestal Nacional 1986–1996, España: 15–104. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Marcos-García M.A., Micó E., Quinto J., Briones R., Galante E., 2010. Lo que las oquedades esconden. *Cuadernos de Biodiversidad* 34: 3–7.
- McGlone M.S. 1996. When history matters: scale, time, climate and tree diversity. *Global Ecology Biogeography Letters* 5: 309–314.
- Médail F., Quézel P. 1997. Hot-spot analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin. *Annals Missouri Botanical Garden* 84: 112–127.
- Micó E., Marcos García M.A., Alonso M.A., Pérez-Bañón C., Padilla A., Jover T., 2005. Un proyecto para la conservación de la entomofauna saproxílica en ecosistemas mediterráneos. *Cuadernos de Biodiversidad* 17: 10–20.
- Micó E., Marcos-García M.A., Quinto J., Ramírez A., Ríos S., Padilla A., Galante E. 2010. Los árboles añosos de las dehesas ibéricas, un importante reservorio de insectos saproxílicos amenazados. *Elytron* 24: 89–97.
- Micó E., García-López A., Brustel H., Padilla A., Galante E. 2013. Explaining the saproxylic beetle diversity of a protected Mediterranean area. *Biodiversity and Conservation* 22 (4): 889–904. DOI 10.1007/s10531-013-0456-x.
- Monserrat P. 2009. *La cultura que hace el paisaje*. La Fertilidad de la Tierra, Estella, Navarra.

- Myers N., Mittermeyer R.A., Mittermeyer C. G., Da Fonseca G.A.B., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 103: 853–858.
- Pons A., Quézel P. 1985. The history of the flora and vegetation and past and present human disturbance in the Mediterranean region: En: Gómez-Campo C. (Ed.). *Plant conservation in the Mediterranean area*: 25–43. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Pons A., Suc J. P. 1980. Les témoignages de structures de végétation Méditerranéennes dans le passé antérieur à l'action de l'homme. *Naturalia Mospeliensia*, Hors Série: 69–78.
- 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.
- Quézel P., Médail F. 2003. *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier, Paris.
- Quezel P., Gamisans J., Gruber M. 1980. Biogeographic et mise en place des flores méditerranéennes. *Naturalia Mospeliensia*, Hors Série: 41–51.
- Raven P. H. 1974. The evolution of Mediterranean floras. En: di Castri F. and Mooney H. A. (Eds). *Mediterranean type ecosystems: origin and structure*: 213–224. Springer, Berlin.
- Reille M., Triat-Laval H., Vernet J.L. 1980. Les témoignages des structures actuelles de végétation méditerranéenne durant le passé contemporain de l'action de l'homme. *Naturalia Mospeliensia*, Hors Série: 79–87.
- Reille M., Andrieu V., Beaulieu J.L. 1996. Les grands traits de l'histoire de la végétation des montagnes Méditerranéennes occidentales. The main features of the vegetation history in western Mediterranean mountains. *Ecologie*, 27 (3):153–169.
- Riera Mora S., Esteban Amat A. 1994. Vegetation history and human activity during the last 6000 years on the central Catalan coast (northeastern Iberian Peninsula). *Vegetation History and Archaeology* 3: 7–23.
- Rubio de Miguel I. 2011. *Domesticación y modelos para la Neolitización de la Cuenca Mediterránea*. Cuadernos de Prehistoria y Arqueología. U.A.M. CuPAUAM 37–38: 139–152.
- San Miguel A., Perea R., Roig S., Fernández-Olalla M. 2012. Bosques y matorrales mediterráneos continentales. *Ambienta* 98: 66–72.
- Suc J.P. 1984. Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature* 307: 429–432.
- Tchernov E. 1984. Faunal turnover and extinction rate in Levant. En: Martin P.S., Klein R.G. (Eds.). *Quaternary Extinctions*: 528–552. University of Arizona Press, Tucson.
- Vaquero de la Cruz J. 1997. Flora vascular y vegetación. En: García Canseco V. (Ed.) *Parque Nacional de Cabañeros*: 95–104. Ecohábitat, Ciudad Real.

- Valladares F, Camarero J. J., Pulido F., Gil-Pelegrin E. 2008. El bosque mediterráneo, un sistema humanizado y dinámico. En: Valladares F. (Ed.). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante (Segunda edición)*: 15–28. Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF, S. A., Madrid.
- Webb T., Bartlein P.J. 1992. Global changes during the last 3 millions years: climatic controls and biotic responses. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 141–173.
- Willcox G.H. , 2007. The adoption of farming and the beginnings of the Neolithic in the Euphrates valley: cereal exploitation between the 12th and 8th millennia cal BC. En: Colledge, S., Conolly, J. (Eds.). *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*: 21–36. University College London Institute of Archaeology Publications. Left Coast Press Inc. Walnut Creek, California.
- Willcox G.H., Buxo R., Herveux L. 2009. Late Pleistocene and early Holocene climate and the beginnings of cultivation in northern Syria. *The Holocene* 19 (1): 151–158.
- Zamora R., García-Fayos P., Gómez-Aparicio L. 2008. Las interacciones planta-planta y planta animal en el contexto de la sucesión ecológica. En: Valladares F. (Ed.). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante (Segunda edición)*: 373–396. Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF, S. A., Madrid.

II

LA VIDA EN LA MADERA: EL CONCEPTO *SAPROXÍLICO* Y SUS MICROHÁBITATS. GRUPOS DE ESTUDIO Y NIVELES TRÓFICOS

Estefanía Micó, Javier Quinto & M. Ángeles Marcos García



LA VIDA EN LA MADERA

Cuando nos adentramos en un bosque y observamos la naturaleza, solemos dirigir nuestra atención hacia aquellos elementos más llamativos bien sea por su tamaño, forma o color. Sin embargo, si buscamos encontrar el mayor porcentaje de diversidad de ese bosque, quizá muchos se sorprendan al descubrir que es precisamente la madera muerta la que ofrece la mayor explosión de vida.

Los árboles muertos, caídos o en pie (Fig. 1), las ramas depositadas en el suelo, los árboles moribundos o bien los árboles vivos provistos de oquedades, son elementos estructurales del ecosistema forestal que almacenan gran cantidad de materia orgánica en el bosque y, al mismo tiempo, ofrecen un amplio abanico de microhábitats singulares (Fig. 2).

*Figura 1: Los árboles muertos constituyen un importante reservorio de carbono y nitrógeno.
Foto: R. Pla.*





Figura 2: Las ramas caídas son uno de los numerosos microhábitats para la entomofauna saproxílica. Foto: R. Pla.

El papel ecológico de la madera muerta es muy variado; su descomposición permite que una elevada proporción de nutrientes y energía acumulada en los árboles vivos vuelvan al suelo. Asimismo, la madera es el mayor almacén de carbono de los bosques a medio y largo plazo, y tiene además especial relevancia en la mejora de la eficiencia hidrogeológica de las cuencas (Schlaghamersky 2003, Cavalli & Mason 2003). La presencia de madera muerta es por lo tanto vital para la salud de nuestros bosques y por ello favorece también indirectamente el mantenimiento de su biodiversidad. Sin embargo, este peculiar elemento estructural de los bosques tiene también un efecto directo sobre la biodiversidad al dar cobijo y alimento a muchas comunidades de briófitos, hongos, invertebrados y vertebrados.

La madera, en cualquiera de sus formas, ofrece muy distintos microhábitats caracterizados por la elevada estabilidad de sus parámetros físicos (temperatura, luz y humedad), así como por la continua disponibilidad de nutrientes que ofrece. Por este motivo, como veremos a continuación, se cuentan por miles las especies (principalmente de hongos e invertebrados) que atesora la madera y las oquedades de los árboles.

Entre los hongos asociados a los árboles destaca el grupo de los Basidiomicetos (Basidiomycota), los cuales incluyen numerosos representantes de distintos grupos taxonómicos, como Aphyllophorales (Fig. 3), Agaricales y Russulales. También se encuentran bien representados los Ascomicetos (Ascomycota) que incluyen a las levaduras (Saccharomycotina) (Stokland *et al.* 2012). Pero son los invertebrados, y más concretamente los insectos, el grupo mejor representado en la madera (Schlaghamersky 2003).

A modo de ejemplo, en Finlandia hay registrados unos 5000 organismos saproxílicos, de los cuales 1500 son hongos y más de 3000 son insectos (Siitonen, 2001). Dentro de los insectos, cuatro órdenes concentran la mayor parte de la biodiversidad asociada a la madera: Coleoptera (escarabajos) (Fig. 4), Diptera (moscas y mosquitos) (Fig. 5), Hymenoptera (avispa, abejas y hormigas) e Isoptera (termitas). Otros grupos de artrópodos encuentran también su hábitat y principal fuente nutricia en los microambientes que ofrece la madera. Ejemplos de estos son los ácaros (Acari) y otros arácnidos depredadores como los pseudoescorpiones (Pseudoscorpionida) y arañas (Araneae), crustáceos (Crustacea) saprófagos del grupo de los isópodos (Isopoda), y ciempiés y milpiés (Myriapoda) (Fig. 6). Por último, otros invertebrados muy frecuentes son los gusanos nematodos (Nematoda) (Tabla 1) (Méndez-Iglesias 2009).

1. Platelminetos turbelarios (gusanos planos)
2. Nematodos (gusanos cilíndricos)
3. Moluscos gasterópodos (caracoles) – descomponedores, micetófagos y comedores de algas y líquenes
4. Artrópodos
4.1. Arácnidos
– Arañas – depredadores
– Pseudoescorpiones – depredadores
– Ácaros – descomponedores, micetófagos, depredadores
4.2. Crustáceos
– Isópodos (cochinillas de la humedad) – descomponedores
4.3. Miriápodos (ciempiés y milpiés) – depredadores, desconocido
4.4. Insectos
– Neurópteros (moscas escorpión) – depredadores
– Hemípteros – fitófagos, depredadores
– Lepidópteros (mariposas y polillas) – larvas perforadoras
– Dípteros (moscas) – depredadores, micetófagos, saprófagos
– Himenópteros (avispa, hormiga) – micetófagos, parasitoides, depredadores, descomponedores
– Coleópteros (escarabajos) – descomponedores, micetófagos, depredadores
– Isopteros (termitas) – descomponedores

Tabla 1: Principales taxa de invertebrados que dependen de la madera muerta. Entre paréntesis se cita su nombre vulgar y se indica los recursos que utilizan en este peculiar microambiente (Tabla modificada de Méndez -Iglesias 2009).



Figura 3: Los basidiomicetos son uno de los principales hongos de los cuales dependen muchas especies de insectos saproxílicos. Foto: R. Pla.

Figura 4: Cetonia aurataeformis (Coleoptera: Cetoniidae). Foto: J. Ordóñez.





Figura 5: Tipulidae (Diptera). Foto: J.Ordóñez.

*Figura 6: Julidae
(Miriapoda,
Diplopoda).
Foto: J. Ordóñez.*



Esta elevada diversidad de artrópodos desempeña, a su vez, importantes funciones ecológicas que proporcionan valiosos servicios ecosistémicos. Entre estos servicios destaca su papel en el mantenimiento del conjunto de las cadenas tróficas, ya que sirven de alimento a muchas especies de reptiles, aves y mamíferos (Fig. 7). Por otro lado, muchos de ellos presentan funciones mucho más activas actuando como agentes polinizadores, o participando en los procesos de degradación de la madera y en la reincorporación de los nutrientes al suelo (ver capítulo 6).

Si bien bacterias y hongos son los verdaderos descomponedores de la materia orgánica, capaces de convertir las moléculas orgánicas en nutrientes inorgánicos asimilables, los invertebrados son los que llevan a cabo los pasos iniciales en el proceso de degradación a través de la modificación física de la madera mediante la trituración con sus mandíbulas y de la posterior acción química de sus enzimas intestinales sobre la misma durante la digestión. En este sentido, miles de especies de artrópodos son capaces de perforar la madera produciendo residuos de menor tamaño, más susceptibles al ataque por hongos y bacterias, favoreciendo así su posterior utilización por diversas especies de invertebrados (Speight 1989, Davis *et al.* 2007, Micó *et al.* 2011, Stokland 2012). Además, la red de galerías que realizan muchos insectos, favorece la aireación de la madera y la penetración de muchos descomponedores aeróbicos. Por otro lado, los insectos que explotan la madera como recurso trófico han desarrollado diferentes estrategias para poder digerirlas: tales como presentar en el intestino bacterias y protozoos endosimbiontes, cuya actividad enzimática es capaz de degradar los principales componentes de la misma en el intestino del insecto; consumir la madera ya predigerida por hongos presentes en la madera; o presentar directamente un complejo sistema enzimático que permita al insecto degradar la madera sin intervención de otros organismos (Stockland 2012). El primero de estos mecanismos

Figura 7: Lacertalepida. Foto: E. Galante.



es el más frecuente en insectos, y muchos coleópteros y termitas viven en simbiosis con microorganismos que les ayudan a explotar un recurso rico en componentes difíciles de digerir como la celulosa y lignina.

Los procesos de degradación de la madera y sus principales actores son, por lo tanto, una pieza clave para la conservación de la biodiversidad forestal. Sin embargo, a pesar de constituir la madera un componente esencial de los bosques, los árboles muertos y sus restos suelen estar poco presentes o poco considerados en la mayoría de las masas forestales en España y Europa debido a medidas de gestión poco tolerantes con la acumulación de restos orgánicos. Esta ausencia conlleva severas amenazas tanto a la rica y peculiar biodiversidad forestal, como a los procesos ecológicos en los que participa (ver capítulo 6).

EL CONCEPTO *SAPROXÍLICO* Y SUS MICROHÁBITATS

La madera alberga una gran variedad de vida y son muy numerosos los organismos que se encuentran asociados a la misma constituyendo todo un universo en términos de diversidad taxonómica y funcional. Existe un término capaz de referirse a los componentes de tan inmensa comunidad de organismos: *saproxílico*.

Tal y como resumen Stokland *et al.* (2012), la referencia que más se acerca al término actual de *saproxílico* la dio Silvestri (1913) al definir los hábitos de un, entonces nuevo, grupo de insectos –los Zoraptera– a los que denominó como “*saproxilófilos*” por desarrollarse en madera descompuesta. Sin embargo, el término “*saproxílico*” fue acuñado por el investigador francés Dajoz (1966) para referirse a todos aquellos insectos asociados a la madera en descomposición. No obstante, este término no adquiere su mayor difusión y aceptación en la comunidad científica hasta que Speight (1989) proporciona una definición mucho más amplia: *Especies de invertebrados que dependen, al menos durante una parte de su ciclo de vida, de madera muerta o podrida de árboles muertos o moribundos (caídos o en pie), o de hongos de la madera, o de la presencia de otros organismos saproxílicos*. Esta definición incluía por primera vez a la madera muerta y a los árboles moribundos y no sólo a la madera en descomposición. También abarca otros hábitos tróficos diferentes a “comer propiamente madera”, como alimentarse de hongos de la madera (micetófagos) o alimentarse de otros organismos animales (depredación) que viven en este peculiar microhábitat. El término *saproxílico* empezaba a tomar una dimensión mucho más amplia en cuanto al tipo de sustrato pero también en cuanto a la diversidad funcional de sus integrantes (*saproxí-fagos, xilófagos, micetófagos, depredadores, comensales...*).

En los últimos años, varios autores han manifestado que relacionar el concepto *saproxílico* únicamente con árboles muertos o moribundos seguía

siendo demasiado restrictivo, pues quedaban fuera las especies asociadas a la corteza, exudados de savia o a las oquedades de árboles vivos y sanos. Alexander (2008) incluye en la definición todos estos términos, y la comunidad de organismos saproxílicos se ve así drásticamente ampliada.

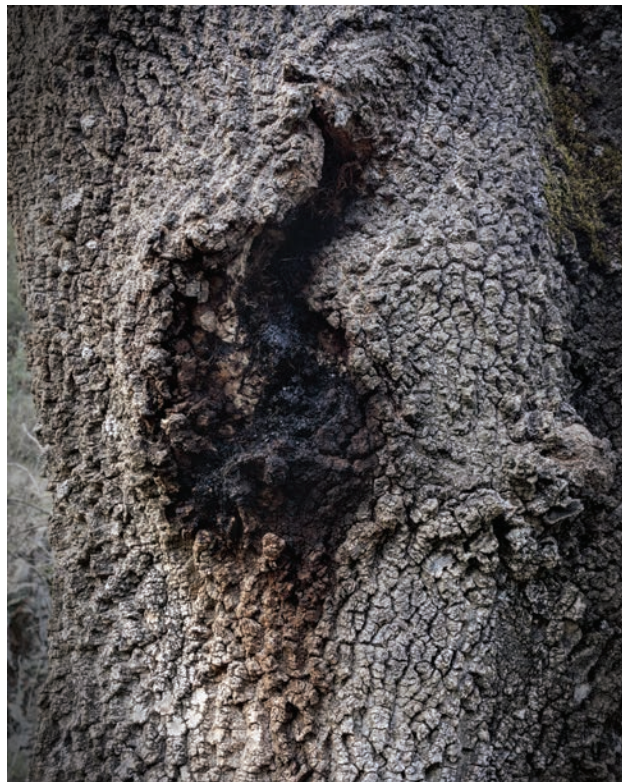
Efectivamente, los microhábitats que pueden ofrecer los árboles vivos y muertos son tan numerosos como diversos en su origen. Cuando se habla, por lo tanto, de microhábitats, nos referimos a las distintas “partes” de un árbol que en función de sus características albergan a diferentes comunidades saproxílicas. A modo de ejemplo, en el caso de los árboles vivos de cierta edad encontramos numerosos microhábitats distintos tales como rugosidades de la corteza, cuerpos fructíferos de hongos afilofores (Fig. 8), lesiones por las que rezuma savia (Fig. 9), u oquedades naturales, de pequeño y gran tamaño, que a su vez pueden ser muy distintas según se trate de cavidades de tronco, de rama o de raíz, o también según se trate de oquedades apicales o basales.



Figura 8: Hongo afilofores sobre árbol moribundo. Foto: R. Pla.

Figura 9: Exudado de savia producido por heridas en la corteza.

Foto: E. Micó.



Entre todos ellos, las oquedades constituyen uno de los microambientes más complejos y diversos (Fig. 10) y en su generación hay diferentes motivos que se pueden dividir en naturales, –la propia acción de ciertos hongos, la caída de un rayo (Fig. 11), incendios o la fragmentación de una rama por la acción del viento–, y antrópicos, en la medida en que su generación ha sido favorecida por la acción humana (poda, aclareos, etc.). A lo largo de la formación y evolución de la cavidad, la acción de hongos e invertebrados sobre las paredes de la misma va produciendo un residuo de madera que se acumula a modo de serrín de diferente calibre. A su vez, desde el exterior reciben aportes de toda aquella materia orgánica vegetal que, por gravedad o por la acción del viento, queda allí retenida (hojas, trozos de corteza, polen, resina, frutos, etc.). Este depósito natural, por sus propias características, mantiene elevada humedad en su interior. Asimismo, actúa como receptor del agua de lluvia que permanece en el interior de la oquedad durante un tiempo variable a lo largo del año, pudiendo ser, en los largos periodos estivales del bosque mediterráneo, los únicos enclaves donde hay agua acumulada. En este microhábitat tan singular y dependiente de factores



Figura 10: Las oquedades son uno de los microhábitas que mayor diversidad de organismos saproxílicos alberga. Foto: R. Pla.

bióticos y abióticos variados (incluido el azar), es donde se desarrollan, de un modo muy especializado y exclusivo, los ciclos de vida de muchos insectos (Marcos-García *et al.* 2010).

Sin embargo, la realidad es que el “universo saproxílico” es aún más complejo, ya que una cavidad puede ofrecer, simultáneamente, diferentes recursos en su interior (restos de madera en descomposición, hongos dependientes de la madera, exudados de savia, acumulaciones de agua con materia orgánica, etc.), pudiendo depender de cada uno de ellos, comunidades saproxílicas únicas. A esta complejidad hay que añadir que cada uno de estos recursos se pueden encontrar en distintos estados (por ejemplo, distintas etapas de descomposición de la madera), que atraen a fauna diferente, en ocasiones muy especializada (Siitonen 2012).



Figura 11: Caída de rayos y otros agentes naturales crean y modifican los microhábitats de los que depende la entomofauna saproxílica. Foto: R. Pla.

GRUPOS DE ESTUDIO

Dentro del extraordinario y diverso universo saproxílico, coleópteros y dípteros son los órdenes mejor representados, tanto en número de especies como en diversidad funcional y número de microhábitats que explotan (Dajoz 1998, Grove 2002).

Los coleópteros constituyen el grupo más extenso de todo el reino animal con cerca de 380.000 especies conocidas (Ribera & Beutel 2012). En este grupo encontramos una elevada diversidad de formas, tamaños y biología, entre ellas la saproxílica. Los coleópteros se caracterizan por presentar dos pares de alas: las anteriores endurecidas, denominadas élitros (Fig. 12) y las posteriores membranosas, siendo estas últimas las únicas que participan activamente en el vuelo. Su desarrollo es holometábolo (presencia, en su ciclo de vida de huevo, larva, pupa y adulto). La fase larvaria presenta a su vez gran diversidad de formas, y su biología suele ser distinta a la biología de los adultos (Fig. 13). De hecho, para un gran número de especies de coleópteros, sólo su fase larvaria está ligada al ambiente saproxílico, mientras que los adultos suelen requerir de otros recursos tróficos como, por ejemplo, el néctar y polen de las flores.

Para hacernos idea de la diversidad de coleópteros ligados a la madera muerta, basta decir que el número de especies de coleópteros saproxílicos duplica el de todos los vertebrados terrestres (Grove 2002). Asimismo, de



Figura 12: Lucanuscervus (Lucanidae) mostrando el primer par de alas endurecidas (élitros) características del orden Coleoptera. Foto: G. Gutiérrez Fernández.



*Figura 13:
Larva de Cetonia
aurataeformis
(Coleoptera:
Cetoniidae).
Foto: E.Micó.*

todos los coleópteros que podemos encontrar en un bosque, el 56% son saproxílicos. La elevada diversidad de especies y familias de coleópteros saproxílicos se ve también reflejada en la elevada diversidad de hábitos tróficos que presentan, existiendo, como veremos a continuación, especies que explotan de maneras muy distintas los diferentes recursos que la madera y su biota asociada ofrecen.

También los dípteros son un orden de insectos importante, tanto en abundancia en la mayoría de los ecosistemas, como en riqueza específica con unas 153.000 especies descritas. Representan entre el 12% y el 15% del total de especies animales conocidas (Yeates & de Souza Amorim 2012). Presentan una enorme variabilidad morfológica y biológica, siendo uno de los grupos de insectos ecológicamente más diverso. Su principal característica diagnóstica queda definida por su nombre (del griego *di* [dos] y *pteros* [ala]), ya que presentan un par de alas membranosas que les permiten realizar largos y rápidos vuelos. El segundo par de alas está fuertemente modificado en unas pequeñas estructuras llamadas halterios, que se localizan en el segundo segmento del tórax y actúan como balancines en la estabilización y redirección del vuelo (Fig. 14). Al igual que los coleópteros presentan desarrollo

Figura 14: *Xanthogramma pedissequum* (Diptera: Syrphidae). Foto: F.Rodríguez-Biodiversidad Virtual.



holometábolo, y la diversidad de los modos de vida y dieta (saprófagos, xilófagos, parasitoides, depredadores, etc.) de sus estados inmaduros (larvas) permite que se desarrollen en la mayor parte de los microhábitats del árbol (oquedades de diversas características, savia de heridas, madera podrida, etc.). Por el contrario, los adultos son voladores y su dieta depende casi exclusivamente de recursos florales, como el polen y el néctar.

De los dípteros saproxílicos, en esta monografía hemos incluido los sírfidos (Syrphidae) ya que la familia más abundante, mejor representada y la más estudiada en este medio.

Se han descrito unas 6000 especies de sírfidos distribuidas por todas las regiones biogeográficas, excepto en la Antártida e islas remotas oceánicas. La región Paleártica cuenta, aproximadamente, con 1800 especies (Thompson & Rotheray 1998).

Para hacernos una idea de la importancia relativa del modo de vida saproxílico dentro de los sírfidos, de las 800 especies de este grupo que se conocen en Europa, 150 presentan larvas saproxílicas (Speight & Good 2003) presentando, algunas especies, diferentes categorías de amenaza por su rareza generalmente relacionada con la disminución de sus hábitats (Fig. 15).

Figura 15: *Ceriana vespiformis* (Diptera: Syrphidae). Foto: J.I. Pascual–Biodiversidad Virtual.



Las larvas de los sírfidos saproxílicos son acuáticas o semi-acuáticas (ver capítulo IV), por lo que su presencia se encuentra fuertemente asociada a microhábitats como las oquedades, donde los parámetros físicos como la humedad y temperatura son amortiguados respecto al exterior y donde las acumulaciones de agua pueden permanecer durante largo tiempo (Fig. 16).



Figura 16: Larva sírfido (*Diptera: Syrphidae*). Foto: M. A. Marcos García.

NIVELES TRÓFICOS

La gran diversidad taxonómica de coleópteros y sírfidos saproxílicos ligada a la madera puede ser clasificada en diferentes gremios ecológicos de acuerdo al uso que hacen de los recursos tróficos.

Por una parte, algunos de estos gremios dependen de manera directa de los distintos recursos tróficos que ofrece la madera. En este sentido, durante las fases más tempranas de la descomposición de la madera aparecen especies xilófagas, capaces de fragmentarla y de degradar en parte las moléculas orgánicas complejas que la componen, como lignina, celulosa y hemicelulosa (Stokland *et al.* 2012). A continuación aparecen las especies saproxilófagas que dependen de una madera más degradada y mezclada con otros restos orgánicos vegetales. A medida que avanza el estado de descomposición de la madera y se producen distintos tipos de acumulaciones de materia orgánica, aparecen las especies saprófagas que dependen de un sustrato altamente degradado. Otro importante grupo funcional es el constituido por las especies xilomicetófagas que dependen de la presencia de distintos hongos saproxílicos basidiomicetos, ascomicetos u hongos microscópicos (Stokland *et al.*

2012), o bien de las distintas fases de descomposición generadas por estos hongos o de sus productos (Alexander 2008).

Por otra parte, otros gremios tróficos saproxílicos dependen de la presencia de otros organismos con biología estrictamente saproxílica, dependiendo de manera indirecta de los recursos tróficos que ofrece la madera. Son las especies depredadoras de otros organismos saproxílicos y las especies comensales, las cuales dependen de manera exclusiva de la presencia o la actividad de otras especies con biología saproxílica, como por ejemplo, aquellas especies que dependen de las galerías producidas por insectos saproxílicos, de los nidos de himenópteros saproxílicos, o bien de los restos orgánicos producidos por distintos grupos de vertebrados saproxílicos, etc.

Estos seis gremios tróficos interactúan de manera diferente con las oquedades arbóreas de los principales tipos de bosques mediterráneos presentes en Cabañeros, lo que ha permitido evaluar la estabilidad de los gremios ante la eliminación del microhábitat oquedad a través de simulaciones de extinción (Quinto *et al.* 2012). En cada oquedad, especies de los diferentes gremios coexisten e interactúan entre sí y con los recursos tróficos que hay dentro de las oquedades, estableciéndose una compleja red de interacciones ecológicas. Esta interacción oquedad-insecto saproxílico presenta un patrón ecológico modular, que implica que las especies que constituyen un módulo tienden a interactuar más entre sí que con el resto de especies presentes en la comunidad (Newman & Girvan 2004, Quinto *et al.* 2012). Estos módulos delimitan las principales asociaciones tróficas entre distintas especies de los gremios saproxílicos y ciertos subconjuntos de las oquedades, los cuales se establecen fundamentalmente de acuerdo a las características microambientales de las oquedades y de la especie arbórea. Por otra parte, los distintos gremios saproxílicos presentan diferencias significativas en sus patrones de interacción con las oquedades, siendo los gremios que dependen de manera directa de los recursos tróficos de la madera, es decir los xilófagos, saprófagos/saproxilófagos y xilomicetófagos los que presentan una mayor diversidad y heterogeneidad de interacciones tróficas con las oquedades (Quinto *et al.* 2012).

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander K.N.A. 2008. Tree biology and saproxylic Coleoptera: Issues of definitions and conservation language. *Revue d'Écologie La Terre et la Vie* 63:1–5.
- Cavalli R., Mason F. 2003. *Techniques for re-establishment of deadwood for saproxylic fauna conservation. LIFE nature project NAT/IT/99/6245 Bosco della Fontana (Mantova, Italy)*. Gianluigi Arcari Editore, Mantova, Italy.

- Dajoz R. 1966. Ecologie et biologie des coléopterères xylophages de la hêtreira. *Vie et Milieu* 17: 525–736.
- Dajoz R. 1998. *Les insectes de et la forêt: Rôle et diversity des insects dans le milieu forestier*. Technique & Documentation. Paris, France.
- Davies Z.G., Tyler C., Stewart G.B., Pullin A.S. 2007. Are current management recommendations for saproxylic invertebrates effective? A systematic review. *Biodiversity and Conservation* DOI 10.1007/s10531-007-9242-y.
- Grove S.J. 2002. Saproxylic Insect Ecology and the Sustainable Management of Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 1–23.
- Marcos-García M.A., Micó E., Quinto J., Briones R., Galante E. 2010. Lo que las oquedades esconden. *Cuadernos de Biodiversidad* 34:3–7.
- Méndez Iglesias M. 2009. Los insectos saproxílicos en la península ibérica: qué sabemos y qué nos gustaría saber. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 44: 505–512.
- Micó E., Juárez M., Sánchez A., Galante E. 2011. Action of the saproxylic scarab larva *Cetonia aurataeformis* (Coleoptera: Scarabaeoidea: Cetoniidae) on woody substrates. *Journal of Natural History* 45: 2527–2542.
- Newman M.E.J., Girvan M. 2004. Finding and evaluating community structure in networks. *Physical Review E* 69, 026113.
- Quinto J., Marcos-García M.A., Díaz-Castelazo C., Rico-Gray V., Brustel H., Galante E., Micó E. 2012. Breaking down Complex Saproxylic Communities: Understanding Sub-Networks Structure and Implications to Network Robustness. *PLoS ONE* 7(9): e45062. DOI 10.1371/journal.pone.0045062.
- Ribera I., Beutel R.G. 2012. Coleópteros. En: Vargas P. & Zardoya R. (Eds.). *El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos*: 313–321. Madrid.
- Schlaghamersky D.J. 2003. *Saproxylic invertebrates of floodplains, a particularly endangered component of biodiversity*. En: Mason F., Nardi G., Tisato M. (Eds.) Proceedings of the International Symposium *Deadwood: a key to biodiversity*. Mantova, Italy.
- Siitonen J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49: 11–41.
- Siitonen J. 2012. Microhabitats. En: Stokland J.N., Siitonen J., Jonsson B.G. (Eds.) *Biodiversity in dead wood*: 150–182. University press, Cambridge.
- Silvestri F. 1913. Descrizione di un nuove ordine di insetti. *Bolletino del laboratorio di Zoologia generale e agraria del la R. Scuola superior d'Agricoltura in Portici* 192–209.
- Speight M.C.D., Good J.A. 2003. Development of ecofriendly forestry prac-

- tices in Europe and the maintenance of saproxylic biodiversity. En: Mason F., Nardi G., Tisato M. (Eds.) Proceedings of the International Symposium *Dead wood: a key to biodiversity*. Mantova, Italy. Sherwood 94, Suppl. 2.
- Speight M.C.D. 1989. *Saproxylic invertebrates and their conservation*. *Nature and Environment Series 46*. Council of Europe. Strasbourg.
- Stokland J.N. 2012. Wood decomposition. En: Stokland J.N., Siitonen J., Jonsson B.G. (Eds.) *Biodiversity in dead wood*: 10–27. University press, Cambridge.
- Stokland J.N., Siitonen J., Jonsson B.G. 2012. *Biodiversity in dead wood*. University press, Cambridge.
- Thompson F.C., Rotheray G.E. 1998. Family Syrphidae. En: Papp L. & Darvas B. (Eds). *Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera*: 81–139. Science Herald, Budapest.
- Yeates D., de Souza Amorim D. 2012. Dípteros. En: Vargas P. & Zardoya R. (Eds.). *El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos*: 335–342. Madrid.

III

MÉTODOS DE MUESTREO DE INSECTOS SAPROXÍLICOS

Antonio Ricarte & Javier Quinto



En el contexto de cualquier estudio entomológico, la gran diversidad de modos de vida de los insectos hace imprescindible un análisis previo de los métodos de muestreo a emplear (Marcos-García 2004), pues éstos deben ser los más adecuados a los objetivos propuestos y permitir la obtención de las muestras más representativas y completas posibles.

En el estudio de los insectos saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros se han utilizado tanto métodos directos como indirectos (Ricarte 2008, Quinto 2013). Los métodos directos implican la presencia continua del recolector en campo y los indirectos están ligados al uso de trampas. Sin embargo, métodos directos e indirectos suelen complementarse en el muestreo de insectos saproxílicos. Ello se debe a sus diferentes eficacias de muestreo según el gremio trófico así como a sus diferentes sensibilidades para registrar la diversidad de dichos gremios asociada a los microhábitats del bosque (Quinto *et al.* 2013). Si bien los métodos indirectos presentan la ventaja de ser fáciles de estandarizar, ya que las trampas permiten un esfuerzo de muestreo constante, los métodos directos posibilitan la recopilación de una mayor cantidad de información biológica gracias a las observaciones del recolector en campo.

En el PN de Cabañeros se capturaron insectos en 13 localidades diferentes, y se han utilizado hasta seis métodos de muestreo, dos directos y cuatro indirectos. En el caso de los indirectos, unos fueron no selectivos y otros, en cambio, específicamente diseñados para la captura de insectos saproxílicos (Tabla 1). Las principales características de estos métodos de muestreo se detallan a continuación.

LOCALIDAD				MÉTODO DE MUESTREO					
Nombre	UTM	Altitud	Árboles	MI	ME	TM	TE	TV	TT
Alcornquera (raña)	30S 380979- 4353651	740	Qr	●					
Finca de Garbanzuelo	30S 631749- 4367614	679	Qr				●		
Gargantilla A	30S 362092- 4368008	798	Qs		●	●		●	●
Gargantilla B	30S 363544- 4367166	790	Qs	●	●			●	●
Gargantilla C	30S 365590- 4367922	617	Fa	●	●	●	●	●	●
Gargantilla D	30S 362368-4369017	800	Qp		●				
Gargantilla E	30S 363166-4369430	720	Qp		●				
Valle del Brezoso	30S 617053-4356914	747	Qp				●		
Valle de Canalejas	30S 377964-4358160	780	Fa, Qf	●	●			●	●
Valle de Enamorados	30S 370708-4355659	720	Qf	●	●				
Valle de Santiago A	30S 379778-4357230	760	Qp	●	●		●	●	●
Valle de Santiago B	30S 379672-4357088	760	Fa, Qf	●	●			●	●
Valle de Viñuelas	30S 371918-4359525	800	Qp		●	●		●	●

Tabla 1. Localidades donde se han estudiado insectos saproxílicos en el PN de Cabañeros. En la columna “Árboles” se especifica la(s) especie arbórea dominante en cada localidad, donde Fa: *Fraxinus angustifolia*, Qf: *Quercus faginea*, Qp: *Quercus pyrenaica*, Qr: *Quercus rotundifolia*, Qs: *Quercus suber*, MI: muestreo directo de inmaduros, ME: manga entomológica, TM: trampa Malaise, TE: trampa de emergencia, TV: trampa de ventana y TT: trampa de tubo.

MÉTODOS DE MUESTREO DIRECTO

Muestreo de estados inmaduros (Fig. 1)

La búsqueda de estados inmaduros (larvas, pero también huevos y pupas) requiere del conocimiento previo de la biología y los lugares de cría de las especies objetivo (Rotheray 1994). La carencia de información en este sentido dificulta, por tanto, este tipo de muestreo, pero también lo hace más interesante por la novedad potencial de los resultados obtenidos. El hallazgo de estados inmaduros permite estudiar su morfología funcional y, al mismo tiempo, aporta conocimiento sobre los requerimientos biológicos de las especies, indispensable para el correcto diseño de medidas de conservación. Las larvas de la mayoría de sírfidos saproxílicos se desarrollan en medios acuáticos o semi-acuáticos de oquedades arbóreas donde existe materia orgánica en descomposición, pero también en exudados de savia en estado de podredumbre (Rotheray & Gilbert 2011).

Las oquedades pueden ubicarse a diferentes alturas del tronco principal, pero también en las ramas y en las raíces superficiales más gruesas y lignificadas. Las oquedades son medios complejos, en cuyo interior es necesario un nivel mínimo de humedad para albergar larvas de sírfido. La observación de larvas de sírfido en oquedades con agua acumulada es relativamente sencilla, sin necesidad de acceder a las partes más profundas de la oquedad, ya que la mayoría de las especies de sírfidos visitan periódicamente la superficie para respirar o la alcanzan mediante su larga “cola” dotada de un espiráculo respiratorio en el extremo apical. Sin embargo, en periodos secos, el nivel de agua en las oquedades baja en grado variable, pudiéndose quedar el componente acuoso –y con él las larvas– relegado a las partes más profundas o a las galerías que parten de la cavidad principal de la oquedad y se extienden hacia el interior de la madera. En estas circunstancias, puede ser más viable la búsqueda de pupas en la superficie seca de la materia orgánica o en las paredes de la oquedad. En cualquier caso, para buscar larvas en la materia orgánica de las cavidades, basta con extraer dicha materia y verterla en un recipiente, donde pueda inspeccionarse cuidadosamente antes de ser devuelta al interior.



Figura 1: Recolección de insectos saproxílicos en una oquedad arbórea. Foto: E. Galante.

En cuanto a los exudados de savia, pueden ser subcorticales o externos. El origen de un exudado de savia es un daño exógeno sufrido por el tronco o la fricción basal generada entre los dos tallos principales cuando crecen simultáneamente en un mismo árbol. Los exudados externos son de tamaño variable, desde unos pocos centímetros hasta más de un metro de caída. En estos casos, la savia que rezuma actúa de atrayente para los sírfidos adultos, que se acercan para oviponer, para encontrarse con el sexo opuesto o incluso para alimentarse. La atracción generada por los exudados de savia hace que estos sean lugares adecuados para encontrar y capturar adultos de sírfidos saproxílicos.

La búsqueda de estados inmaduros de sírfidos saproxílicos en el PN de Cabañeros permitió el descubrimiento y caracterización de las larvas y puparios de seis especies (Rotheray *et al.* 2006, Ricarte *et al.* 2007), incluida *Mallota dusmeti*, catalogada como Vulnerable en el Libro Rojo de los Invertebrados de España (Marcos-García 2006).

Las larvas de coleópteros saproxílicos explotan los mismos microhábitats que las de sírfidos, aunque no siempre simultáneamente, puesto que son

pocas las que tienen hábitos acuáticos o semi-acuáticos. Muchas larvas de coleópteros saproxílicos pueden encontrarse barrenando los troncos o ramas secundarias como Cerambycidae, haciendo galerías entre la corteza y la madera como Scolytinae, alimentándose de cuerpos fructíferos de hongos basidiomicetos como Mycetophagidae o depredando sobre otras especies saproxílicas como Cleridae.

La principal ventaja del muestreo directo de estados inmaduros es su carácter informativo, a pesar de que consume mucho tiempo y su eficacia depende de la experiencia y destreza del recolector, así como del factor suerte. Además, la identificación específica de los estados inmaduros no es siempre factible y, en estos casos, se requiere la cría de larvas en laboratorio hasta la obtención de los adultos, proceso en ocasiones largo y/o infructuoso.

Manga entomológica (Fig. 2)

La manga entomológica es el método más utilizado para capturar adultos de diferentes grupos de insectos voladores. El empleo de la manga se basa en la visualización previa del insecto, aunque también pueden resultar exitosos los barridos al azar realizados sobre la vegetación. Si se requiere la estandarización del método, se puede conseguir muestreando siempre durante la misma cantidad de tiempo o fijando una distancia a lo largo de la cual se recolectarían las muestras (Ricarte *et al.* 2011).

Figura 2: Detalle de una manga entomológica. Foto: A. Ricarte.



Los sírfidos saproxílicos pueden capturarse con manga cuando están alimentándose en las flores, sobrevolando los lugares de cría (en busca de apareamiento o para oviponer), cuando están expuestos al sol para regular su temperatura corporal o cuando, simplemente, se hallan descansando sobre la vegetación o en cualquier otra superficie. Aunque lo más frecuente es buscar a los sírfidos sobre las flores, ciertas especies pueden llegar a ser más fáciles de observar en torno a sus lugares de cría, como es el caso de especies del género *Brachyopa* que son atraídas por exudados de savia. En el PN de Cabañeros, se realizaron mangueros no sistemáticos durante 3 años y, dentro de este periodo, mangueros sistemáticos una vez al mes durante 13 meses (Ricarte *et al.* 2011).

El muestreo mediante manga entomológica permite registrar diferentes datos de biología de las especies, como las flores visitadas, comportamiento de territorialidad, reproductivo, de oviposición, etc. También se trata de un método selectivo, que permite capturar sólo el grupo de especies deseado. Por el contrario, es un método que requiere mayor esfuerzo y en el que los resultados obtenidos pueden variar según la experiencia y destreza del recolector.

MUESTREO INDIRECTO

Trampa de emergencia (Fig. 3)

La trampa de emergencia se utiliza para capturar los adultos de insectos saproxílicos recién emergidos de lugares naturales de cría asociados a la madera. En el PN de Cabañeros, se ha utilizado un modelo de trampa modificado a partir de Colas (1974) con el objetivo de capturar la fauna saproxílica del interior de las oquedades de los árboles (Gouix & Brustel 2011, Quinto *et al.* 2012). Los dos componentes principales de esta trampa son una malla acrílica negra y un bote colector con etilenglicol o propilenglicol como líquidos conservantes. La malla se dispone de manera que cubra completamente la abertura de la oquedad, fijándola al tronco mediante grapas. Tras la instalación de la trampa, el bote colector constituye la única vía de salida hacia el exterior.

Este es un método absoluto, es decir, permite la captura de la práctica totalidad de las especies saproxílicas que crían en el interior de las oquedades y que desarrollan toda o parte de su fase adulta fuera de la oquedad. La aplicación continuada de este método posibilita el estudio de la evolución de la comunidad saproxílica a lo largo del tiempo (Quinto *et al.* 2012). En los estudios realizados con este tipo de trampa en el PN de Cabañeros, el bote se reemplazó una vez al mes a lo largo de un año de estudio (Quinto *et al.* 2012).

La principal ventaja de la trampa de emergencia es que permite conocer una gran proporción de la entomofauna que se desarrolla en el interior de



Figura 3: Trampa de emergencia para la captura de insectos saproxílicos en oquedades arbóreas. Foto: E. Micó.

cada oquedad. Su forma de funcionamiento hace posible, también, la recopilación de información fidedigna sobre la fenología de las especies emergidas, así como la preferencia por el microhábitat de oquedad respecto del resto de microhábitats presentes en los ecosistemas de bosque. Como se ha podido demostrar en Quinto *et al.* (2012), el muestreo con trampas de emergencia sirve como base para profundizar en el estudio de las complejas relaciones interespecíficas que tienen lugar dentro de las oquedades arbóreas.

Trampa Malaise (Fig. 4)

La trampa Malaise es un método de muestreo que permite la captura de insectos al ser interceptados en vuelo a lo largo de un periodo de estudio. Esta trampa consta de varias piezas de malla de luz muy fina, ensambladas en forma de tienda de campaña con los laterales abiertos para permitir la entrada de insectos. La estructura se sostiene con un sistema de estacas y cuerdas tensoras. En una de las esquinas superiores de la estructura en tejado, se dispone un bote colector con alcohol de 70° a donde los insectos son conducidos, al ascender,



*Figura 4: Trampa Malaise en un hábitat de bosque para la captura de insectos voladores.
Foto: M. A. Marcos García.*

siguiendo el punto más iluminado. La trampa Malaise es un método poco específico en cuanto a los grupos taxonómicos capturados, siendo especialmente eficiente para el muestreo de insectos con buena capacidad de vuelo, como dípteros e himenópteros, que al ser interceptados tienden a ascender guiados por la luz. Por el contrario, los coleópteros rara vez son capturados en estas trampas, ya que tienden a dejarse caer al suelo cuando son interceptados por una superficie. El modelo de trampa utilizado en Cabañeros fue modificado a partir de Townes (1972) con el fin de evitar la captura de macrolepidópteros. Ello se consiguió mediante la interposición de una malla de luz ancha a la entrada del bote colector. En los hábitats de bosque de Cabañeros se utilizaron seis trampas Malaise (Tabla 1), cuyo bote colector fue sustituido cada 20 días a lo largo de un año de estudio (Ricarte 2008).

Trampa de ventana (Fig. 5)

La trampa de ventana es el método de muestreo más ampliamente utilizado para la recolección de coleópteros saproxílicos en los distintos tipos de



Figura 5: Trampa de ventana utilizada para la captura por intercepción de coleópteros saproxílicos. Foto: E. Micó.

bosque de Europa (Okland 1996, Barbalat 1995, Dajoz 1998, Ricarte *et al.* 2009). Ésta consiste en tres láminas transparentes de metacrilato convergentes (altura: 60 cm; anchura: 40 cm), con un embudo en la parte inferior, el cual se comunica con un bote colector lleno de etilenglicol y dispuesto en la parte inferior de la trampa. Las medidas de las láminas pueden variar ligeramente, si bien las anteriormente detalladas se corresponden con las utilizadas en los bosques mediterráneos del PN de Cabañeros. Las trampas se colgaron de las ramas de árboles vivos maduros, preferiblemente frente a la abertura de oquedades, de forma que la trampa quedaba paralela al tronco, separada de éste por menos de 30 cm. La altura de la trampa con respecto al suelo fue 1.5-2 m, medido desde su parte superior.

Este tipo de trampa es especialmente efectivo para las especies voladoras de coleópteros, gracias a su vuelo rectilíneo típico, que les hace chocar contra las láminas transparentes de la trampa al acudir al tronco u oquedad para aparearse u ovipositar. El coleóptero adulto también puede ser interceptado

Figura 6: Trampa de tubo utilizada para la captura por atracción química y física de coleópteros saproxílicos.
Foto: E. Micó.



por la trampa al emerger de la oquedad en la que se ha desarrollado. En cualquier caso, tras chocar contra las láminas, el insecto cae al embudo, que lo conduce al bote colector. En los estudios desarrollados en el PN de Cabañeros, el bote colector se reemplazó una vez al mes durante 20 meses no consecutivos (Micó *et al.* 2013).

La principal ventaja de la trampa de ventana es su eficacia para realizar inventarios generales de la diversidad de coleópteros saproxílicos de un bosque, ya que captura especies voladoras que se desarrollan en un amplio rango de microhábitats, como ramas secas, corteza, oquedades y madera muerta presente en el suelo, entre otros (Quinto *et al.* 2013, Micó *et al.* 2013).

Trampa de tubo (Fig. 6)

La trampa de tubo se ha utilizado tradicionalmente para evaluar y controlar plagas de coleópteros saproxílicos forestales (Guerrero 1988, Pérez Moreno 1997), aunque también para capturar especies saproxílicas de difícil recolección

con otros métodos de muestreo (Alonso Zarazaga 2002, Quinto *et al.* 2013). Se trata de un método de captura activo, ya que en su funcionamiento participan distintos tipos de atrayentes químicos (como alcoholes o acetatos) que actúan a modo de kairomonas para ciertos grupos taxonómicos (Quinto *et al.* 2013).

Las trampas de tubo utilizadas en el PN de Cabañeros siguen un modelo modificado a partir de Alonso Zarazaga (2002) y están compuestas de un tubo alargado y marrón de PVC (longitud: 150 cm; diámetro: 20 cm), conectado a un bote colector con el conservante etilenglicol. El tubo posee tres filas de 10 agujeros equidistantes, que facilitan la dispersión de los vapores de los líquidos atrayentes empleados en esta trampa: acetato de etilo y etanol 70%, contenidos en dos botes de 25 ml situados en el interior del tubo. Esta trampa ejerce, por tanto, tres tipos de atracción: química (líquidos atrayentes), cromática (color del tubo) y morfológica (silueta del tubo imitando un tronco). En el PN de Cabañeros, se utilizaron trampas de tubo en siete localidades diferentes (Tabla 1) y las muestras fueron recolectadas una vez al mes durante 8 meses consecutivos, en 2006.

COMPARATIVA DE LOS MÉTODOS DE MUESTREO

Sírfidos (Diptera)

En el PN de Cabañeros se recolectaron 28 especies de sírfidos saproxílicos, siendo la trampa de emergencia el método que más especies capturó, seguido del manguero, el muestreo de estados inmaduros y la trampa Malaise (Fig. 7). A pesar del valor relativo de estos resultados, pues el esfuerzo de

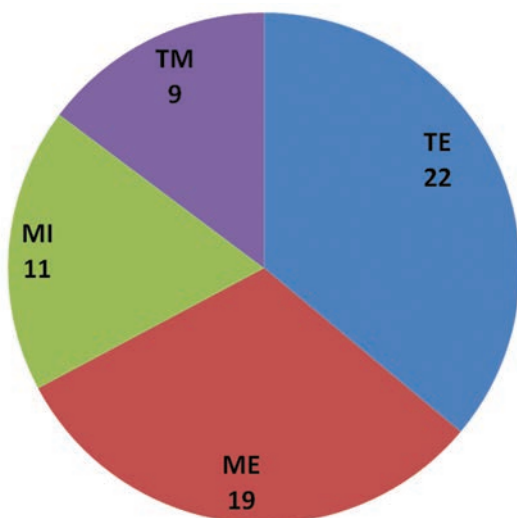


Figura 7: Número de especies de sírfidos saproxílicos recolectadas mediante trampa de emergencia (TE), muestreo directo de inmaduros (MI), manga entomológica (ME) y trampa Malaise (TM) en el PN de Cabañeros.

muestreo y las localidades estudiadas no fueron siempre coincidentes, las 22 especies capturadas por la trampa de emergencia y las 19 con manga entomológica, superan ampliamente a las 11 y 9 recolectadas por el muestreo directo de inmaduros y la trampa Malaise, respectivamente (datos inéditos). El elevado número de especies capturadas con trampa de emergencia se debe a las cualidades de especificidad de este método de muestreo antes mencionadas y, además, el uso de esta trampa posibilita el establecimiento de las principales interrelaciones entre sírfidos saproxílicos de las oquedades, así como la caracterización ecológica y biológica de sus microhábitats (Quinto *et al.* 2012).

La especie *Criorhina floccosa* fue capturada exclusivamente con este método y, a su vez, este tipo de trampa ha resultado especialmente útil para el estudio de la especie vulnerable *M. dusmeti*, permitiendo la obtención de una elevada cantidad de datos básicos sobre este sírfido amenazado en España, datos relativos a sus niveles poblacionales, fenología, preferencia de hábitat/microhábitat, coexistencia con otras especies, etc. Gracias a ello, se ha determinado que el microhábitat oquedad es el más relevante para *M. dusmeti* en los bosques mediterráneos españoles y que la población de *M. dusmeti* en este área protegida es la mayor conocida de esta especie endémica iberomagrebí (Marcos-García & Quinto 2011).

Por su parte, la observación y seguimiento de sírfidos adultos con manga entomológica en sus lugares de alimentación, cría y termorregulación, han sido considerablemente productivos en cuanto a número de especies e información biológica y ecológica recopilada. Por ejemplo, en el PN de Cabañeros, tres especies saproxílicas han sido registradas sólo con este método: *Chalcosyrphus nemorum*, *Sphiximorpha binominata* (un único espécimen) y *Xylota segnis*. Esto se debe a la extremada rareza de *S. binominata* (Ricarte & Marcos-García 2010) y al uso, por parte de *C. nemorum* y *X. segnis*, de otros microhábitats saproxílicos diferentes a las oquedades muestreadas (Speight 2012). Mediante el muestreo directo de inmaduros, se obtuvo un número reducido de especies pero una gran cantidad de información biológica de las mismas (Rotheray *et al.* 2006, Ricarte *et al.* 2007, Ricarte *et al.* 2009); *Callicera macquarti* se registró sólo con este método. Por último, la trampa Malaise fue la menos efectiva en número de especies saproxílicas, siendo *Spilomyia saltuum* la única especie que se capturó sólo con este método (un único espécimen).

Sólo tres especies han sido capturadas con los cuatro métodos de muestreo empleados para la captura de sírfidos: *Ceriana vespiformis*, *Ferdinandea aurea* y *Ferdinandea fumipennis*. Se registraron elevadas abundancias relativas de *F. aurea*, con 189 individuos, mientras que la especie mediterránea *C. vespiformis*, pese a no ser común a nivel europeo, sí que apareció con cierta frecuencia en el PN de Cabañeros, habiéndose recolectado 29 ejemplares (Ricarte 2008, Quinto 2013). Otras cinco especies de sírfido se reco-

lectaron con tres metodologías y 11 especies con dos. Ocho especies de sírfido se han recolectado sólo mediante un método de muestreo. A modo de conclusión, se ha de destacar la necesidad de combinar diferentes métodos de muestreo para obtener un inventario lo más completo posible de la comunidad saproxílica de sírfidos.

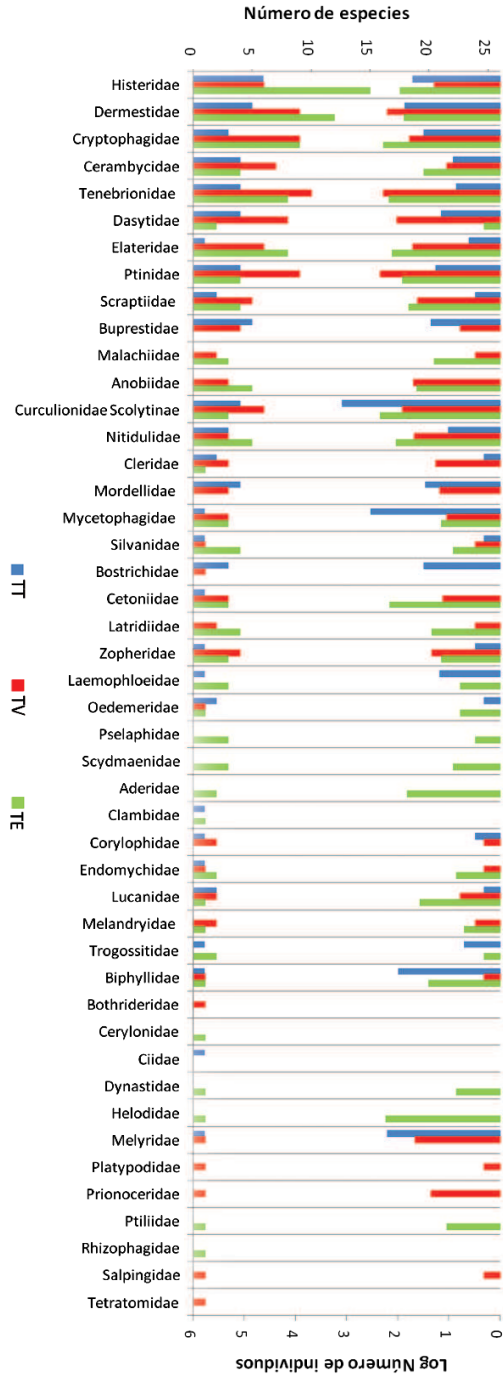
Coleópteros

Las trampas de emergencia capturaron un mayor número de familias y especies de coleópteros de las oquedades que los otros métodos empleados (Quinto *et al.* 2013). Algunas familias como Aderidae, Cryptophagidae, Cetoniidae, Elateridae, Helodidae, Histeridae, Latridiidae, Ptiliidae, Scaptiidae y Tenebrionidae presentan una gran diversidad de especies estrechamente ligadas a las oquedades (Quinto *et al.* 2013), donde distintas especies de estas familias coexisten e interactúan entre sí y con los recursos tróficos que este microhábitat ofrece (Quinto *et al.* 2012).

Por otro lado, la trampa de ventana fue la más eficaz en cuanto a la capacidad de muestrear la diversidad taxonómica total de coleópteros saproxílicos presentes en el hábitat forestal, siendo, al mismo tiempo, la metodología que supuso un menor esfuerzo de muestreo. Por tanto, el empleo de las trampas de ventana es recomendable cuando queremos obtener un inventario general de las especies de coleópteros saproxílicos presentes en un bosque (Quinto *et al.* 2013). Los coleópteros de las familias Cryptophagidae, Dasytidae, Elateridae, Malachiidae, Prionoceridae, Ptinidae, Scaptiidae, Tenebrionidae y Zopheridae fueron los más abundantes entre las muestras procedentes de trampas de ventana (Fig. 8).

Por último, el efecto combinado del cebo químico (líquidos atrayentes) y las señales visuales (color y silueta) de las trampas de tubo, resultaron ser especialmente eficientes en la captura de ciertas especies de coleópteros xilomicetófagos relacionados con la madera muerta como, por ejemplo, Biphyllidae, Bostrichiidae, Mycetophagidae o Curculionidae Scolytinae, así como también su fauna depredadora acompañante (Melyridae, Histeridae y Trogossitidae), que depreda larvas y adultos de coleópteros corticícolas (Erbilgin & Raffa 2001). Estos resultados son debidos a que los árboles enfermos o atacados severamente por barrenadores emiten ciertas sustancias químicas (alcoholes y acetatos) que actúan como kairomonas para ciertos grupos taxonómicos. El uso de estas sustancias químicas como cebo en las trampas de tubo promueve la atracción de un gran número de individuos de todas las familias citadas anteriormente (Quinto *et al.* 2013).

Figura 8: Riqueza específica y abundancia de las familias de coleópteros saproxilicos capturadas mediante trampa de tubo (TT), trampa de ventana (TV) y trampa de emergencia (TE) en el PN de Cabañeros. Eje superior: "número de especies"; eje inferior: "logaritmo del número de individuos".



BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Zarazaga M.A. 2002. Presencia de dos especies de Anthribidae (Coleoptera) en la Península Ibérica. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 31: 141–143.
- Barbalat S. 1995. Efficacité compare de quelques méthodes de piégeage sur certains coléoptères et influence de l'anthophilie sur le résultat des captures. *Bulletin de la Société. Neuchâteloise des Sciences Naturelles* 118: 39–52.
- Colas G. 1974. *Guide de l'entomologiste. L'entomologiste sur le terrain - préparation et conservation des insectes et des collections*. N. Boubée and Cie Press, Paris.
- Dajoz R. 1998. *Les insectes et la forêt: Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier*. Lavoisier. Technique & Documentation. Paris.
- Erbilgin N., Raffa K.F. 2001. Kairomonal range of generalist predators in specialized habitats: responses to multiple phloeophagous species emitting pheromones vs. host odors. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 99: 205–210.
- Goux N., Brustel H. 2011. Emergence trap, a new method to survey *Limoniscus violaceus* (Coleoptera: Elateridae) from hollow trees. *Biodiversity Conservation* 21: 421–436.
- Guerrero A. 1988. Feromonas sexuales de insectos. En: Bellés X. (Ed.) *Insecticidas biorracionales: 271–378*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Colección Nuevas Tendencias 9). Madrid.
- Marcos-García M.A. 2004. Métodos de captura. En: Barrientos J.A. (Ed.). *Curso práctico de Entomología: 27–45*. Manuals de la Universitat Autònoma de Barcelona, 41. Entomología. Asociación española de Entomología. CIBIO Centro Iberoamericano de la Biodiversidad & Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Marcos-García M.A. 2006. *Mallota dusmeti* Andréu, 1926. En: Verdú J.R. & Galante E. (Eds.) *Libro Rojo de los Invertebrados de España: 175*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente Madrid.
- Marcos-García M.A., Quinto J. 2011. *Mallota dusmeti* Andréu, 1926. En: Verdú J.R., Numa C., Galante E. (Eds.) *Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (Especies Vulnerables). Volumen I Artrópodos: 360–364*. Dirección General del Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Madrid.
- Micó E., García-López A., Brustel H., Padilla A., Galante E. 2013. Explaining the saproxylic beetle diversity of a protected Mediterranean area. *Biodiversity and Conservation* 22 (4): 889–904. DOI 10.1007/s10531-013-0456-x.

- Okland B. 1996. A comparison of three methods of trapping saproxylic beetles. *European Journal of Entomology* 93: 195–209.
- Pérez Moreno I. 1997. Principales métodos biotécnicos empleados en el control de plagas. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 20: 127–140.
- Quinto J., Marcos-García M.A., Díaz-Castelazo C., Rico-Gray V., Brustel H., Galante E., Micó E. 2012. Breaking down Complex Saproxylic Communities: Understanding Sub-Networks Structure and Implications to Network Robustness. *PLoS ONE* 7: e45062. DOI 10.1371/journal.pone.0045062.
- Quinto J. 2013. *Diversidad, ecología y conservación de insectos saproxílicos (Coleoptera y Diptera: Syrphidae) en oquedades arbóreas del Parque Nacional de Cabañeros (España)*. Tesis doctoral, Universidad de Alicante.
- Quinto J., Marcos-García M.A., Brustel H., Galante E., Micó E. 2013. Effectiveness of three sampling methods to survey saproxylic beetle assemblages in Mediterranean woodland. *Journal of Insect Conservation* 17(4): 765–776 DOI 10.1007/s10841-013-9559-7.
- Ricarte A., Marcos-García M.A., Pérez-Bañón C., Rotheray G.E. 2007. The early stages and breeding sites of four rare saproxylic hoverflies (Diptera: Syrphidae) from Spain. *Journal of Natural History* 41: 1717–1730.
- Ricarte A. 2008. *Biodiversidad de sírfidos (Diptera: Syrphidae) y conservación de los hábitats en el Parque Nacional de Cabañeros, España*. Tesis doctoral, Universidad de Alicante.
- Ricarte A., Jover T., Marcos-García M.A., Micó E., Brustel H. 2009. Saproxylic 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: 583–607.
- Ricarte A., Marcos-García M.A. 2010. First record of the rare European endemic *Sphiximorpha binominata* (Verrall) (Diptera: Syrphidae) for the Iberian Peninsula. *Archives of Biological Science Belgrade* 62: 1215–1217.
- Ricarte A., Marcos-García M.A., Moreno C.E. 2011. Assessing the effects of vegetation type on hoverfly (Diptera: Syrphidae) diversity in a Mediterranean landscape: implications for conservation. *Journal of Insect Conservation* 15: 865–877.
- Rotheray G.E. 1994. Colour guide to hoverfly larvae (Diptera, Syrphidae) in Britain and Europe. *Dipterists Digest* 9: 1–156.
- Rotheray G.E., Dussaix C., Marcos-García M.A., Pérez-Bañón C. 2006. The early stages of three Palaearctic species of saproxylic hoverflies (Diptera, Syrphidae). *Micron* 37: 73–80.
- Rotheray G.E., Gilbert F. 2011. *The natural history of hoverflies*. Forrest text, UK.
- Speight M.C.D. 2012. *Species accounts of European Syrphidae (Diptera), 2012. Syrph the Net, the database of European Syrphidae. Vol. 69*. Syrph the Net publications, Dublin.
- Townes H. 1972. A light-weight Malaise trap. *Entomological News* 64: 253–262.

IV

DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS Y DÍPTEROS (SYRPHIDAE) SAPROXÍLICOS DEL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

Alejandra García-López, Estefanía Micó, Roland Allemand,[†]
Miguel Ángel Alonso-Zarazaga, Marina Blas, Hervé Brustel,
Eduardo Galante, Andreas Herrmann, Pascal Leblanc, José Luis
Lencina, Gianfranco Liberti, M. Ángeles Marcos García,
Thierry Noblecourt, Carlos Otero, Javier Quinto,
Josep María Riba, Antonio Ricarte, Olivier Rose,
Graham Rotheray, Fabien Soldati, Jean-Philippe Tamisier,
Antonio Verdugo, Pier Paolo Vienna, Amador Viñolas
& José Luis Zapata de la Vega



El Parque Nacional de Cabañeros alberga una elevada riqueza de insectos saproxílicos (coleópteros y dípteros) entre los cuales se encuentra un importante número de especies que por su grado de amenaza y endemidad convierten al PN de Cabañeros en un lugar destacable en materia de conservación de la biodiversidad mediterránea.

En esta área protegida se han identificado 310 especies de insectos saproxílicos de las cuales 28 se distribuyen en 15 géneros de la familia Syrphidae (Diptera), mientras que 282 especies corresponden a 77 géneros de coleópteros distribuidos en 49 familias (Tabla 1). La recolección e identificación de estas especies es el resultado de diferentes proyectos de investigación desarrollados por el Instituto de Investigación CIBIO (Universidad de Alicante), encontrándose los datos relativos a esta fauna, publicados en diversas revistas científicas y de divulgación (Ricarte *et al.* 2009, Marcos-García & Ricarte 2009, Micó *et al.* 2013, Quinto *et al.* 2013).

A continuación se muestra la lista de las familias de coleópteros y dípteros conocidas, incluyendo una breve descripción de su biología y características morfológicas principales. Imágenes de especies representantes de gran parte de estas familias pueden encontrarse en las láminas I a V. La nomenclatura utilizada se ha basado en Bouchar *et al.* (2011) y en Fauna Europaea (2012).

COLEOPTERA

Aderidae

Son especies de pequeñas dimensiones (alrededor de 1.4 mm) y tienen un aspecto que recuerda a las hormigas. Tienen la cabeza bien diferenciada del pronoto al presentar un cuello muy marcado. Los ojos están provistos de sedas y tienen aspecto granular. Los tarsos son heterómeros. La mayoría de los adultos viven en el envés de las hojas de arbustos y árboles mientras que las larvas se desarrollan en la madera en descomposición, entre la hojarasca y en los nidos de otros insectos.

Biphyllidae

Pequeño grupo de coleópteros cucujoideos que presentan el cuerpo alargado y convexo, a veces aplanado. Son de pequeñas dimensiones (2,0-3,3 mm). Las antenas, con maza terminal de dos o tres antenómeros, están insertas bajo los bordes de la frente. El pronoto presenta una línea cariniforme a cada lado, paralela al margen lateral y los élitros poseen estrías punteadas. Presentan todas las coxas diferenciadas, a veces muy separadas y los tarsos pentámeros con las uñas dentadas. Tanto larvas como adultos se alimentan de los productos derivados de la madera en descomposición o de esporas de hongos ascomicetos.

Bostrichidae

Son de pequeña talla (generalmente de 2,0 a 24,0 mm) y presentan el cuerpo cilíndrico, alargado, con el tegumento de colores oscuros, que varían del negro al marrón rojizo. Se caracterizan por presentar la cabeza dispuesta verticalmente, quedando prácticamente cubierta por el borde anterior del pronoto que suele estar ornamentado al igual que los élitros que son subparalelos. Al final del pronoto presentan un fuerte declive que en ocasiones está provisto de dientes. La mayoría de especies son xilófagas y viven sobre todo en las frondosas. Prefieren la madera seca y no alterada en donde, tanto las larvas como los adultos, excavan galerías. Algunas especies pueden atacar cereales y productos sus derivados almacenados.

Bothrideridae

Son de pequeñas dimensiones (1,0-5,5 mm) y presentan el cuerpo alargado, más o menos cilíndrico, aunque de forma variada. Las inserciones antenales no están escondidas bajo el reborde de la cabeza y las antenas acaban en una maza de entre uno y tres artejos. El pronoto es más estrecho que los élitros y puede presentar fosetas y/o surcos longitudinales, o ser totalmente lisos. Los élitros poseen estrías longitudinales más o menos carenadas. Los tarsos pueden ser tetrámeros o trímeros. La mayoría de especies son depredadores de larvas de coleópteros xilófagos.

Brentidae

Son fundamentalmente tropicales, conociéndose unas 3000 especies de las que sólo una, *Amorphocephala coronata*, vive en la fauna mediterránea. Esta especie es relativamente grande (9,0-18,0 mm) y se diferencia de los restantes curculionidea por presentar el cuerpo muy alargado y estrecho, con el tegumento de color pardo rojizo uniforme, en general no pubescente, así como por presentar antenas largas monoliformes, no acodadas y sin maza terminal. Los élitros tienen estrías bien marcadas. Presentan un acusado dimorfismo sexual. El rostro del macho es corto y ancho con las mandíbulas prominentes, mientras que en la hembra es largo y delgado. Los adultos tienen hábitos nocturnos y suelen vivir en zonas húmedas de encinares y alcornoques. Tienen un comportamiento gregario y mirmecófilo. Las larvas comen hongos de la madera.

Buprestidae

Aspecto general alargado, con tegumento muy esclerotizado. Son especies normalmente heliófilas y frecuentemente calificadas como verdaderas joyas de la naturaleza por sus brillantes combinaciones de colores metálicos y tornasolados. Cabeza encajada en el protórax, con ojos grandes y antenas de escasa longitud, formadas por once artejos. Los élitros son libres y general-

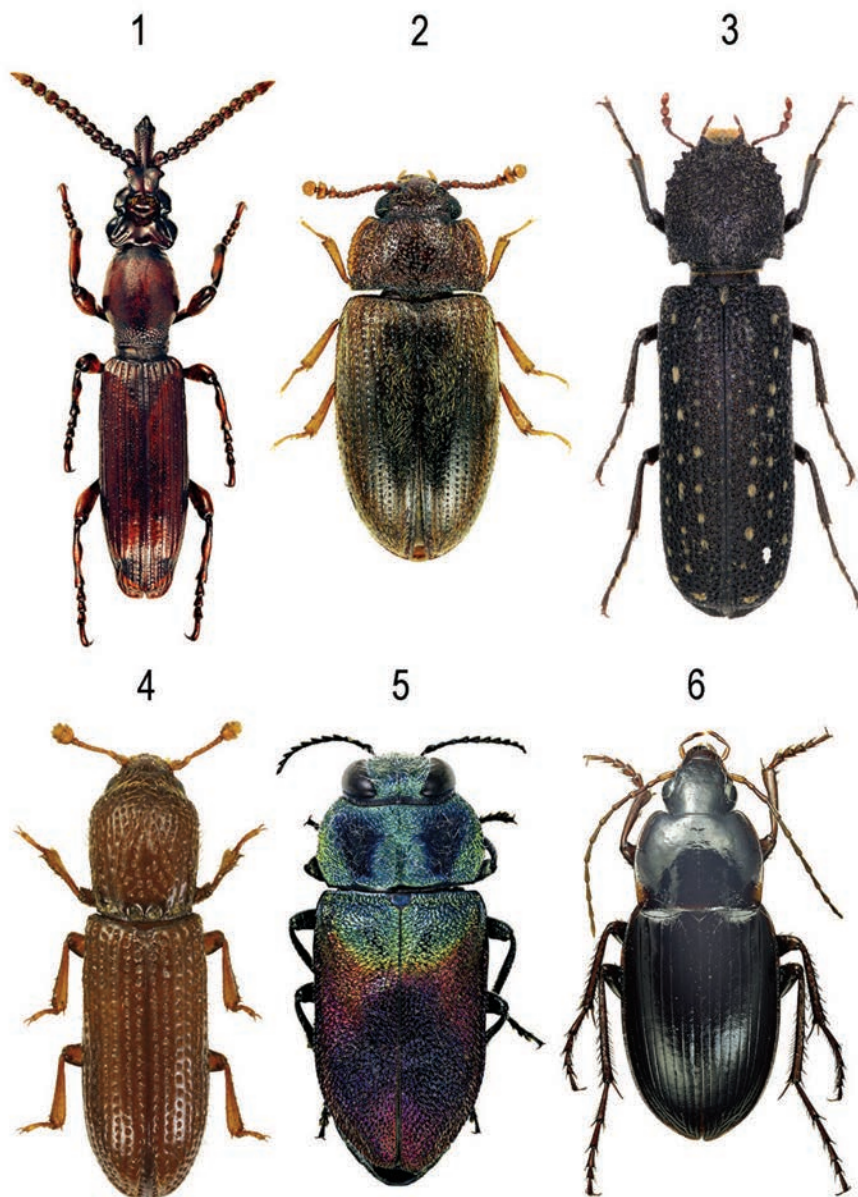


Lámina I: Coleoptera 1. Brentidae (*Amorphacephala coronata*). Foto: A. Viñolas. 2. Biphyllidae (*Diplocoelus fagi*). Foto: A. Viñolas. 3. Bostrichidae (*Lichenophanes numida*). Foto: A. Verdugo. 4. Bothrideridae (*Oxylaemus cylindricus*). Foto: A. Viñolas. 5. Buprestidae (*Anthaxia salicis*). Foto: A. Viñolas. 6. Carabidae (*Calathus granatensis*). Foto: A. Viñolas.

mente con una importante escultura. Patas, en general, moderadamente largas y, en algunos grupos, encajables en cavidades del cuerpo. Tarsos pentámeros. Familia de hábitos alimentarios fitófagos o fundamentalmente xilófagos. Algunas especies pueden ser perjudiciales para la agricultura y el medio forestal.

Carabidae

Agrupada a más de 40.000 especies, siendo una de las más diversas entre los coleópteros. Su tamaño varía desde especies casi microscópicas de menos de 1 mm hasta las que superan los 6,0 cm. Generalmente de color negro o pardo, aunque también son frecuentes las especies con brillo metálico y colores llamativos. Suelen destacar sus fuertes mandíbulas y patas adaptadas para la carrera, adaptaciones debidas a sus hábitos depredadores. Los carábidos son insectos higrófilos de una gran importancia en las cadenas tróficas del suelo. Su distribución es mundial y pueden encontrarse en una gran variedad de hábitats, desde ambientes forestales y borde de arroyos, hasta el interior de cuevas, zonas desérticas o ambientes salinos. Tanto larvas como adultos son mayoritariamente depredadores, alimentándose de otros invertebrados, aunque entre los carábidos también hay especies detritívoras o granívoras.

Cerambycidae

Destacan por sus tegumentos generalmente lisos y brillantes, a veces con reflejos metálicos o coloraciones vistosas, destinadas a la homocromía con el sustrato vegetal en donde viven. Las patas son generalmente cortas, con dos espolones en las tibias y frecuentemente las anteriores y medias tienen áreas densamente pubescentes relacionadas con el aseo. Poseen los tarsos con cinco artejos. Las antenas con una longitud de, al menos, las dos terceras partes del cuerpo y compuestas de once o doce artejos que nacen de fuertes protuberancias y pueden flexionarse hacia atrás. Las larvas son endofitas, muchas de ellas xilófagas, alargadas y aplanadas, con o sin patas. Existen unas doscientos setenta especies en la Península Ibérica con hábitos alimentarios fitófagos o xilófagos.

Cerylonidae

Se caracterizan por presentar el cuerpo alargado y cilíndrico, con el tegumento liso y glabro o poco pubescente; nunca presentan escamas. No superan los 5 mm de longitud. Las antenas poseen una maza terminal de uno o dos antenómeros. El pronoto carece de surcos laterales pero a veces se encuentra más o menos esculpido. Los tarsos son tetrámeros o trímeros y las uñas son simples. La mayoría de especies viven en productos vegetales en descomposición y bajo la corteza árboles viejos donde construyen cámaras, alimentándose muy probablemente de hifas y esporas de hongos.

DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS Y DíPTEROS (SYRPHIDAE) SAPROXÍLICOS
DEL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

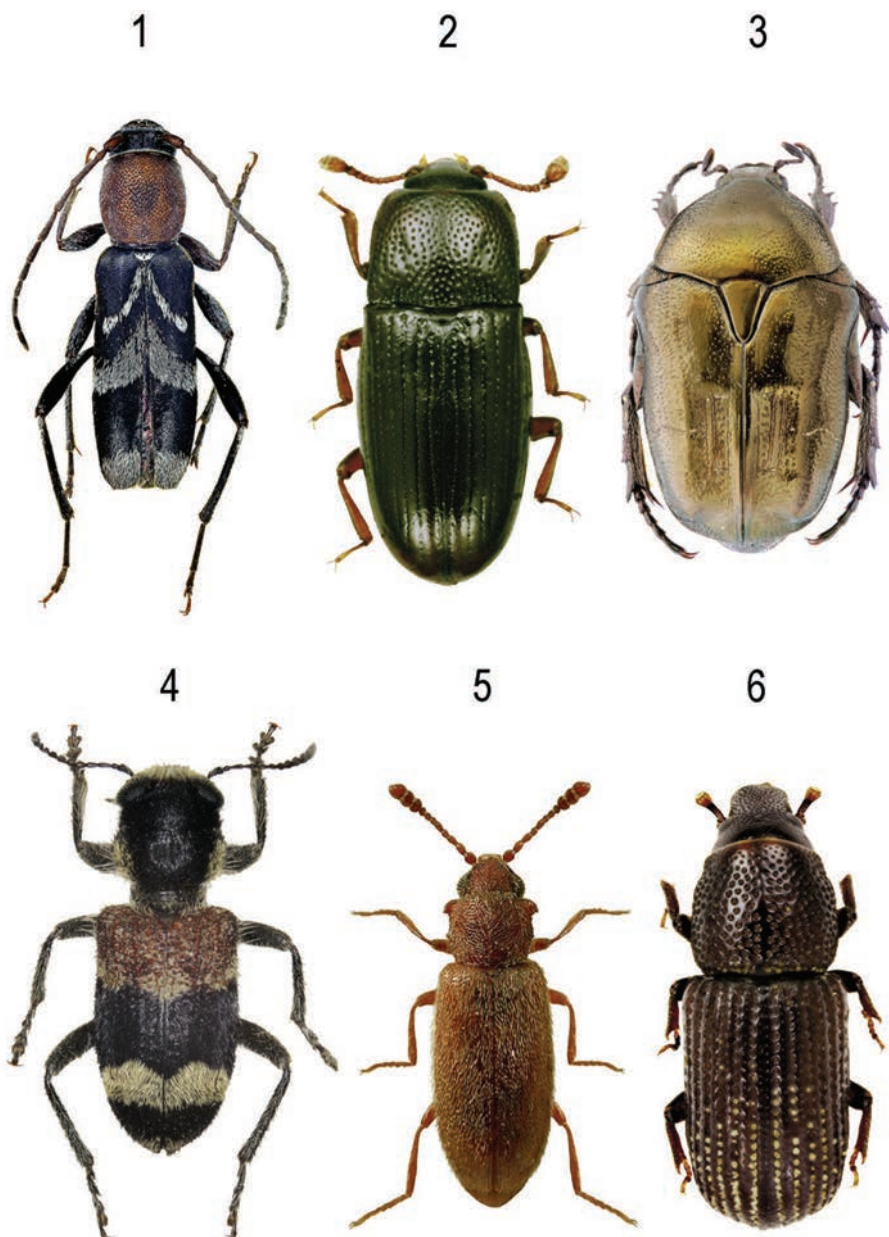


Lámina II: Coleoptera 1. Cerambycidae (*Chlorophorus ruficornis*). Foto: A. Viñolas. 2. Cerylonidae (*Cerylon histeroideus*). Foto: A. Viñolas. 3. Cetoniidae (*Potosia cuprea*). Foto: J. Ordóñez. 4. Cleridae (*Clerus mutillarius*). Foto: A. Verdugo. 5. Cryptophagidae (*Cryptophagus acutangulus*). Foto: L. Borowiec. 6. Curculionidae (*Brachytemnus porcatus*). Foto: A. Viñolas.

Cetoniidae

Se caracterizan por la gran variedad de sus formas, tamaños y coloración. La vistosidad de su colorido los convierte en uno de los Scarabaeoidea más atractivos. Presentan las mandíbulas y el labro ocultos bajo el clipeo. Antenas de diez artejos acabadas en maza lameliforme, presentando la base del escapo visible dorsalmente gracias a la amplia escotadura antecular. Los élitros no cubren el pigidio y las uñas tarsales son sencillas y desprovistas de denticulos y hendiduras. Los adultos se alimentan de diversas estructuras florales, polen, néctar, así como de exudados de diferentes plantas y frutos. Las larvas de muchas de sus especies son saproxilófagas y frecuentes en las oquedades de los árboles.

Ciidae

Su talla oscila entre 0,5 y 5,0 mm. El cuerpo es corto y cilíndrico, a menudo convexo. Unas veces está recubierto de una fina capa de sedas cortas y otras presenta sedas largas y erizadas, nunca presentan escamas. En general son de colores oscuros. Suelen presentar el pronoto tan largo como ancho y los élitros cubren casi todo el abdomen. Las antenas tienen de 8 a 10 artejos y acaban en maza. Las patas son cortas y los tarsos son tetrámeros ó trímeros. Suelen vivir, tanto larvas como adultos en el interior de hongos, sobre todo en los Polyporaceae, que se desarrollan en los árboles viejos. También viven en la madera podrida.

Clambidae

Pequeño grupo de coleópteros caracterizados por sus diminutas dimensiones (0,7-3,0 mm) y por su capacidad de enrollarse en bola. El cuerpo es oval, de color oscuro y de aspecto brillante. La cabeza es muy grande, fuertemente flexionada bajo el protórax. Presentan las antenas con 8-10 antenómeros y una maza terminal de dos. Los tarsos muy finos pueden ser tetrámeros o trímeros y las metacoxas poseen unas láminas que cubren la mayor parte de las patas posteriores. Suelen vivir entre la hojarasca y la madera en descomposición.

Cleridae

De pequeñas dimensiones, presentan el cuerpo estrecho y alargado con el tegumento en general de colores vistosos, a veces metálicos y en muchos casos con dibujos en forma bandas que destacan sobre el fondo, recubierto de una densa pubescencia. El pronoto es más estrecho que los élitros y las antenas suelen presentar una maza terminal. Algunas especies presentan un marcado mimetismo con algunos himenópteros o con coleópteros de otras familias. La mayoría son depredadores y muchas especies viven en las galerías de los insectos xilófagos a los que depredan, controlando sus poblaciones.

DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS Y DÍPTEROS (SYRPHIDAE) SAPROXÍLICOS
DEL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

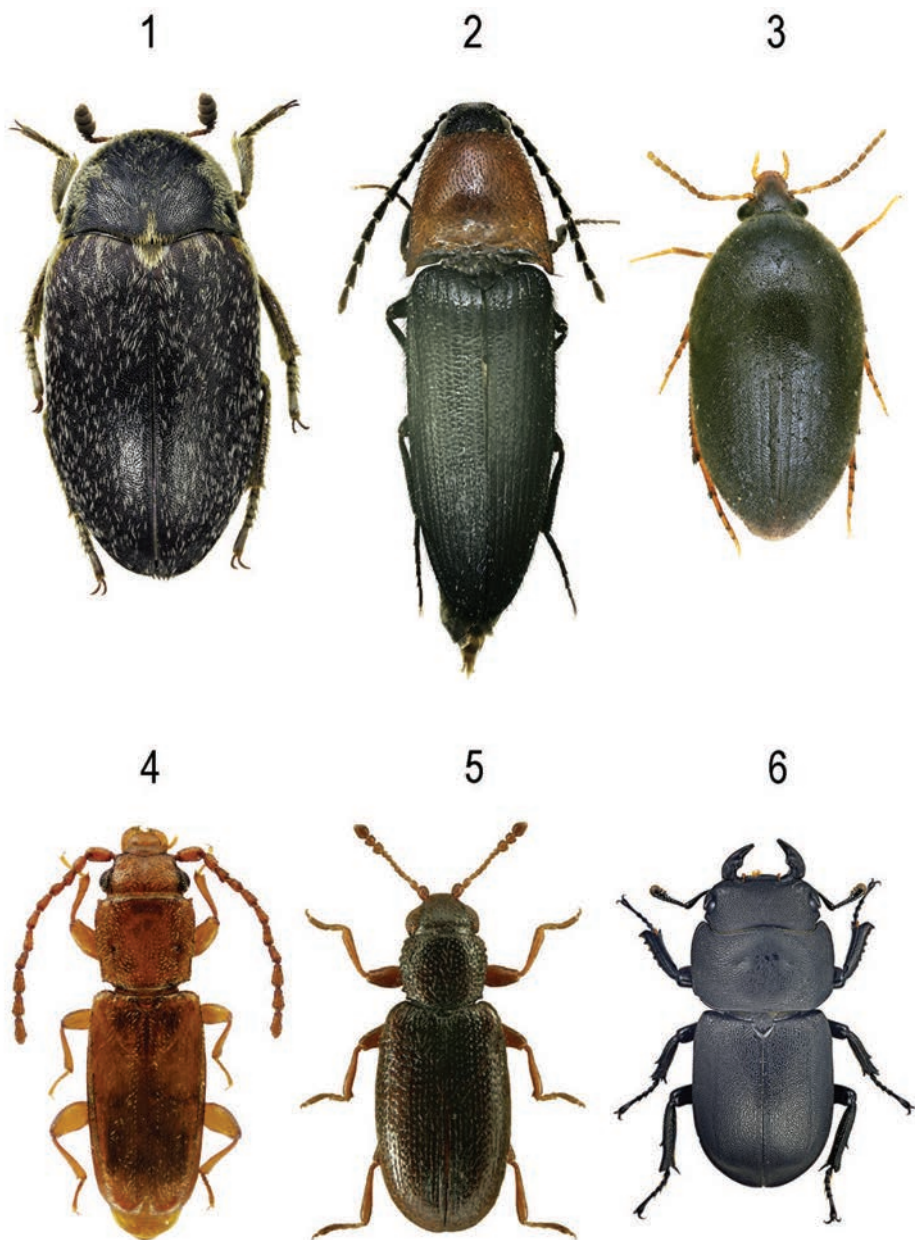


Lámina III: Coleoptera 1. Dermestidae (*Dermestes frischii*). Foto: A. Viñolas. 2. Elateridae (*Ischnodes sanguinicollis*). Foto: A. Viñolas. 3. Eucinetidae (*Nycteus meridionalis*). Foto: A. Viñolas. 4. Laemophloeidae (*Placonotus testaceus*). Foto: A. Viñolas. 5. Latridiidae (*Corticaria obscura*). Foto: L. Borowiec. 6. Lucanidae (*Dorcus parallelepipedus*). Foto: A. Viñolas.

Excepcionalmente, algunas especies se desarrollan en nidos de himenópteros tanto sociales como solitarios y también a expensas de ootecas de ortópteros. Algunas especies pueden comportarse como necrófagas e incluso atacar productos almacenados de origen animal.

Corylophidae

Es una pequeña familia, cuyos representantes se caracterizan por presentar el cuerpo ovalado y convexo, con la cabeza prácticamente cubierta por el pronoto, debido a una proyección de éste en la zona anterior. Son muy pequeños (0,5-2,5 mm). El tegumento en unos casos es de color marrón rojizo mientras que en otros presenta manchas amarillas en el pronoto y en los élitros, está densamente punteado y puede ser glabro o pubescente. Las antenas poseen una maza de tres artejos y los tarsos son tetrámeros. Viven en la madera podrida o en material vegetal en descomposición.

Cryptophagidae

Son coleópteros de pequeña talla (1,0-5,0 mm). Poseen el cuerpo oblongo u oval, más o menos convexo. La coloración es pardo amarillenta, aunque algunas especies son total o parcialmente negras y cubiertas de una fina pubescencia. Antenas de once artejos terminados, habitualmente, en una maza de tres. En algunos géneros, el pronoto presenta una callosidad anterior y un diente lateral. Cavidades coxales anteriores transversas y abiertas. Tarsos de cinco artejos (salvo los machos de algunas especies que tienen cuatro en los metatarsos). La mayoría de las especies viven en el humus, productos alimenticios almacenados, nidos de insectos, aves o mamíferos, hongos, etc.

Curculionidae

Conocidos como gorgojos y picudos, es la familia más diversa dentro de la superfamilia Curculionoidea. Se caracterizan por tener la cabeza prolongada en un rostro que puede ser más o menos largo y estrecho. Las antenas, acodadas y terminadas en maza, quedan resguardadas en unos surcos a lo largo del rostro. La filogenia de los curculiónidos es compleja, existiendo controversia según autores en las relaciones entre géneros y subfamilias. Algunas especies son consideradas plagas en cultivos o alimentos almacenados.

Dasytidae

Presentan un aspecto muy parecido a los Melyridae, y algunos autores los consideran como una subfamilia. Se pueden diferenciar de la indicada familia y de los Malachiidae, por presentar densa pubescencia. Además presentan puntuación sobre los élitros de forma variable sin formar estrías. Su biología es similar a la de los Melyridae, aunque se tiene poca información.

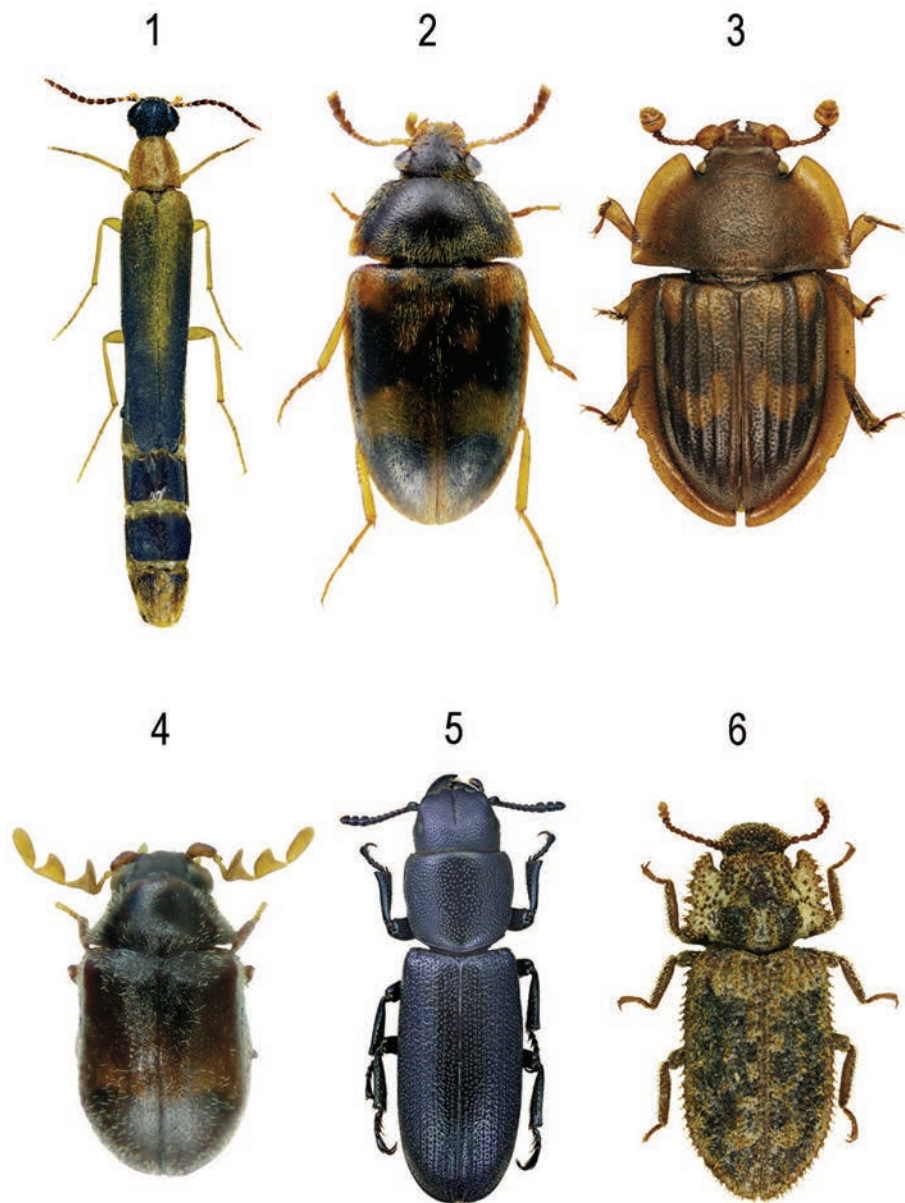


Lámina IV: Coleoptera 1. Lymexylidae (*Lymexylon navale*). Foto: A. Viñolas. 2. Mycetophagidae (*Litargus connexus*). Foto: A. Viñolas. 3. Nitidulidae (*Amphotis marginata*). Foto: A. Viñolas. 4. Ptinidae (Dorcatominae) (*Dorcatomachry somelina*). Foto: A. Viñolas. 5. Trogoxittidae (*Temnocheila caerulea*). Foto: A. Viñolas. 6. Zopheridae (Colydiinae) (*Endophloeus marcovichianus*). Foto: A. Viñolas.

Dermestidae

De dimensiones medianas a grandes (2,0-10,0 mm), presentan el cuerpo ovalado, convexo y recubierto de una densa pilosidad, en muchos casos en forma de escamas coloreadas, dispuestas de manera que generan dibujos, aunque en otros casos las escamas son de un sólo color. La cabeza está dirigida hacia abajo y sólo es parcialmente visible desde arriba. Las antenas tienen un número variable de artejos según los grupos y acaban en maza. El pronoto es tan ancho como los élitros y las patas cortas con los tarsos pentámeros. Las larvas también están recubiertas de una densa pubescencia y son muy activas. Tanto larvas como adultos viven sobre materia orgánica de origen animal y pueden ocasionar daños en productos almacenados y en colecciones animales. Algunas especies son florícolas y otras viven bajo la corteza de los árboles.

Dynastidae

Llamativo grupo dentro de los Scarabaeoideos representado por especies generalmente grandes, con dimorfismo sexual marcado por la espectacularidad de los machos que presentan cuernos y protuberancias en cabeza y/o pronoto. Los adultos son normalmente saprófagos mientras que las larvas son fitófagas, saprófagas o saproxilófagas.

Elateridae

Forma alargada y una característica distintiva ligada a su facultad para saltar. Las antenas se insertan delante de los ojos, normalmente con once artejos y de muy diversas formas. Presentan la apófisis prosternal más o menos larga, que encaja en la cavidad mesosternal, siendo estos los elementos reponsables de la capacidad del salto. Abdomen con, habitualmente, cinco esternitos visibles y protegido por élitros, generalmente estriados y con puntos. Dado su carácter polífago abarcan la totalidad de ecosistemas terrestres, destacando en importancia los medios forestales donde desempeñan un importante papel en su conservación y equilibrio. En algunos casos, pueden ocasionar daños en la agricultura.

Endomychidae

La forma del cuerpo en general es corta y ancha y presentan frecuentemente colores vistosos y brillantes. Son de pequeñas dimensiones (1,1-4,5 mm) y presentan las antenas acabadas en una maza más o menos aparente. Los tarsos son tetrámeros, ya sea con los cuatro artejos libres o bien con el segundo bilobulado y el tercero muy pequeño y escondido en la escotadura del anterior; excepcionalmente los tarsos son trímeros. Son micófagos, pero con variaciones: en unos casos se alimentan de las esporas y en otros de los hongos que se desarrollan en la madera en descomposición o bajo la corteza de diversos árboles y más raramente entre el humus de los bosques de frondosas.

Eucinetidae

Pequeña familia de coleópteros de reducidas dimensiones (0,8-4,0 mm), con el cuerpo fusiforme y el protórax reducido. La cabeza, pequeña, está flexionada por debajo del protórax. El tegumento es de color negro o marrón. Las patas son cortas, las coxas posteriores presentan unas láminas muy desarrolladas que ocultan parcialmente los fémures. Los tarsos son pentámeros. Viven en la materia vegetal en descomposición o en los hongos que se desarrollan en la madera podrida de los árboles. Tanto larvas como adultos se alimentan de mohos y hongos.

Eucnemidae

Son coleópteros de tamaño pequeño o mediano. Presentan el cuerpo en general de colores oscuros, alargado y subcilíndrico con el pronoto muy convexo que tapa parcial o totalmente la cabeza dorsalmente y que está muy separado de los élitros. Antenas largas. En general, los ángulos posteriores del pronoto son más o menos agudos y están dirigidos hacia atrás. Los élitros en muchos casos presentan profundas estrías longitudinales. Se sabe poco de su biología, aunque se considera que viven en la madera en descomposición de árboles en pie.

Helodidae (Scirtidae)

Forma del cuerpo ovalada, redondeada o alargada, algo aplanada. Tegumento glabro o pubescente, poco esclerotizado y de coloración rojiza o parduzca. Son de reducidas dimensiones (1,4-5,5 mm). La cabeza está flexionada bajo el corto protórax. Las antenas son filiformes o serriformes de once artejos. Los tarsos son pentámeros y los fémures posteriores de algún género (*Scirtes*) están dilatados, permitiéndoles el salto. Los adultos son terrestres, fitófagos y viven cerca del agua, mientras que las larvas son acuáticas y depredadoras.

Histeridae

Coleópteros de tamaño pequeño o mediano (1,0-15,0 mm.). Aspecto general muy homogéneo. Presentan el cuerpo corto, más o menos ovalado, con el tegumento muy esclerotizado y glabro dorsalmente de aspecto brillante. Son de colores oscuros, a veces con reflejos metálicos y/o con manchas elitrales amarillas o rojas. Las mandíbulas están muy desarrolladas y son visibles dorsalmente. Los élitros son más cortos que el abdomen. Son depredadores, sobre todo de larvas de dípteros a los que controlan sus poblaciones. Son muy numerosos los que viven en animales muertos y excrementos, aunque algunas especies lo hacen en la madera en descomposición alimentándose de los xilófagos. Otras especies están adaptadas a vivir entre la arena, en los hormigueros, en las madrigueras y nidos de vertebrados e incluso en cuevas.

Laemophloeidae

Pequeño grupo de coleópteros cucujiformes, que se caracterizan por presentar el cuerpo alargado y aplanado aunque algo convexo. Son pequeños (menos de 5 mm) y la coloración del tegumento suele ser oscura y uniforme. El tegumento puede ser pubescente o glabro. Las antenas en general son más largas en los machos que en las hembras. El pronoto está provisto de dos líneas cariniformes laterales que se continúan con sendas carenas situadas en la cabeza que se prolongan hasta los ojos. Los élitros presentan estrías. Los tarsos pueden ser pentámeros o heterómeros. Algunas especies viven bajo la corteza de árboles, alimentándose de larvas de insectos. Otras viven sobre productos almacenados de origen vegetal actuando como plagas.

Latridiidae

Coleópteros de pequeña talla (1,0-3,0 mm). La coloración pasa por todos los grados, del testáceo al rojo ferruginoso hasta el pardo o negro profundo. Pilosidad fina y corta. Epistoma situado sobre un plano inferior y separado de la frente por una depresión transversa neta. Labro expandido lateralmente. Antenas de diez u once artejos. Margen lateral del pronoto denticulado. Cavidades coxales anteriores cerradas. Élitros con estrías de puntos. Tarsos trímeros, raramente 2-3-3 en algunos machos. Se encuentran en restos vegetales en proceso de descomposición. Especies micetófagas, florícolas, nidícolas y subcorticólicas se encuentran entre sus representantes.

Leiodidae

De pequeñas dimensiones (1,2-6,0 mm), presentan en general el cuerpo oval y convexo o ligeramente aplanado, aunque en algunas especies es alargado y convexo. El tegumento es de color negro, marrón o pardo amarillento, a veces brillante y en general está recubierto de pilosidad. Las antenas suelen presentar una maza terminal y las patas son cortas, salvo en las especies cavernícolas. Su régimen de vida es muy variado, aunque prefieren lugares en los que la humedad relativa es elevada. Algunas especies son cavernícolas, en ocasiones altamente especializadas y otras ectoparásitas de vertebrados, aunque en general se alimentan a expensas de materia orgánica, tanto vegetal como animal en descomposición. También viven bajo las cortezas, en los tocones de los árboles y entre el musgo.

Lucanidae

Comprende a los conocidos vulgarmente como ciervos volantes. Presentan cuerpos aplanados. Antenas de diez segmentos (geniculadas y pectiniformes) e inserciones antenales cubiertas. Élitros que cubren completamente el abdomen. Las mandíbulas están generalmente muy desarrolladas en los machos (al menos en Lucaninae), labro expuesto. Los

adultos se alimentan de la savia de ciertas plantas y sus larvas son principalmente xilófagas.

Lymexylidae

Son coleópteros de talla mediana con el cuerpo alargado y cilíndrico, que presentan el tegumento poco esclerotizado y recubierto de pubescencia. Los élitros en muchos casos no cubren la totalidad del abdomen. Las antenas son filiformes y muchas especies presentan un acusado dimorfismo sexual, ya que los palpos maxilares en los machos tienen una estructura sensorial compleja y muy característica. Tanto larvas como adultos viven en la madera en fase de descomposición, sobre todo de caducifolios atacada por hongos, en donde construyen galerías.

Malachiidae

Su aspecto general es similar a los Melyridae, y al igual que sucede con los Dasytidae, algunos autores creen que deben considerarse como subfamilia de los Melyridae. Al igual que los Dasytidae presentan puntuación sobre los élitros sin formar estrías, pero a diferencia no poseen una densa pubescencia. Se tienen pocos datos sobre la biología de la familia. Los adultos son florícolas.

Melandryidae

La forma del cuerpo varía desde oval y corta hasta alargada con los lados paralelos. Tamaños que van desde 1,5 a 20 mm. El color por lo general es oscuro, pero unas pocas especies son de color anaranjado brillante con marcas negras. Fórmula tarsal 5-5-4, con los tarsos por lo general reduciéndose en tamaño conforme se llega hacia el extremo de la pata. Las espinas tibiales frecuentemente son serriformes o filiformes e insertadas en una ligera emarginación del margen anterior del ojo. Una ligera cresta puede estar presente inmediatamente sobre las antenas, pero la cabeza nunca está expandida lateralmente en forma de repisa como ocurre en Tenebrionidae. Cabeza profundamente retraída dentro del tórax, sin cuello. Tanto adultos como larvas generalmente son encontrados en madera u hongos en descomposición.

Melyridae

Son de talla mediana o pequeña. Presentan el cuerpo alargado, cubierto en muchos casos de pilosidad. Suelen ser de colores vistosos, uniformes o con dibujos y a veces metálicos. El tegumento está poco endurecido. Los Melyridae se pueden diferenciar de otros Cleroidea por presentar un clípeo muy evidente y por tener las coxas contiguas, prominentes y de forma subcónica. Los adultos suelen ser florícolas pero también se alimentan de otros insectos que van a las flores. Las larvas en algunos casos son subcorticólicas y depredadoras de otros insectos xilófagos.

Monotomidae

Sus representantes, pocos a nivel mundial, son de pequeña talla (2,0-4,7 mm). Se caracterizan por presentar el cuerpo alargado con los lados paralelos y coloración poco vistosa. Las antenas acaban en una maza terminal resultado de la fusión de los antenómeros diez y once. Los élitros son algo más cortos que el abdomen. Las hembras presentan artejos pentámeros (5-5-5), mientras que los machos son heterómeros (5-5-4). Sus representantes se comportan como micófagos en unos casos y como depredadores de pequeños insectos que viven bajo la corteza de los árboles en otros casos.

Mordellidae

Se caracterizan por presentar el cuerpo alargado y arqueado, muy convexo y comprimido lateralmente. En general son de colores muy oscuros, prácticamente negros. Los élitros son cortos y dejan al descubierto el último segmento abdominal que se prolonga por una apófisis córnea muy desarrollada. Los tarsos son heterómeros. Los adultos son florícolas y son capaces de dar pequeños saltos con ayuda de la apófisis abdominal y de las espinas tibiales, mientras que las larvas se desarrollan en los tejidos vegetales de diversas especies, ya sean troncos enmohecidos o plantas verdes.

Mycetophagidae

Son de pequeñas dimensiones (1,1-6,0 mm) y presentan el cuerpo desde oval hasta alargado, de colores oscuros, cubierto de una fina pubescencia, que puede faltar. En general tiene manchas amarillas sobre los élitros que cubren prácticamente todo el abdomen. Carecen de cuello y los tarsos son tetrámeros, aunque en algunos casos son trímeros. En la mayoría de especies, larvas y adultos, viven a expensas de los hongos que se desarrollan en materia vegetal y en madera en descomposición. Pueden causar daños en los productos almacenados de origen vegetal.

Nitidulidae

En general son de pequeña talla (1,5-7,0 mm), con el cuerpo oblongo, oval o aplanado. Colores oscuros y algunos tienen bandas o manchas rojas o amarillas. Antenas insertas lateralmente y provistas de una maza terminal, bastante engrosada, formada por tres o cuatro artejos. Coxas anteriores e intermedias transversas y trocánteres visibles. Los tarsos son pentámeros y excepcionalmente tetrámeros siendo el último artejo tarsal más corto que los cuatro precedentes. Los élitros, en general, son más cortos que el abdomen. Su régimen de vida es muy variado. Muchos son saprófagos o micetófagos. Algunas especies pueden ser plagas de productos almacenados mientras que otras pueden actuar como polinizadores. Unas pocas especies son depredadoras, en especial de insectos xilófagos y lignícolas. También hay especies coprófagas, necrófagas, mirmecófilas y omnívoras.

Oedemeridae

Son de dimensiones medias y presentan el cuerpo largo y estrecho con el tegumento pubescente, poco esclerotizado. En muchos casos poseen coloraciones metálicas, calificadas por algunos autores como aposemáticas. Tienen la cabeza recta, sin cuello, los ojos grandes y las antenas largas y filiformes. El pronoto es subrectangular y los élitros están bien desarrollados. En muchas especies los machos presentan los fémures posteriores dilatados y en algunos casos provistos de dientes. Son heterómeros. Los adultos se comportan como florícolas, alimentándose del polen y néctar de las flores. Las larvas se desarrollan en madera en descomposición, y en los tallos caídos de herbáceas.

Prionoceridae

Tamaño medio y grande, con el cuerpo muy alargado, el pronoto estrecho y los élitros subparalelos. Tegumento poco esclerotizado y coloraciones vistosas, en algunos casos metálicas y revestido de pubescencia. Ha sido considerada como subfamilia de los Melyridae con los que guarda un cierto parecido. Se diferencian de éstos por presentar los ojos grandes y claramente escotados, las uñas tarsales simples, las protibias con una única espina apical y por tener los tres segmentos basales de tarsos anteriores de los machos provistos de peines. Se tienen pocos datos sobre su biología; los adultos son diurnos y florícolas, y las larvas se desarrollan en la madera en estado de descomposición.

Ptinidae

Coleópteros de pequeña talla (1,0-9,0 mm), de cuerpo alargado y cilíndrico, oval y raramente de contorno circular. Ojos en posición lateral de desarrollo muy variable; antenas de ocho a once artejos, filiformes, aserradas, pectinadas o flabeladas, con o sin maza terminal de tres artejos. Élitros cubriendo completamente el abdomen, como máximo dejando al descubierto el ápice del pigidio, de lados paralelos y curvados en el ápice. Patas gráciles, tarsos pentámeros. De régimen preferentemente xilófago, viviendo en la madera muerta, otros se desarrollan en papeles antiguos. Hay un grupo notable por su acusada polifagia que ataca productos almacenados de interés comercial. También pueden desarrollarse en excrementos secos de grandes herbívoros. En las subfamilias Mesocoelopodinae y Dorcatominae existe un gran número de géneros que son micófagos.

Subfamilia Ptininae. De cuerpo alargado y paralelo o globuloso y convexo, recubierto de pubescencia de diferentes tipos. Cabeza hipognata. Antenas, normalmente, filiformes, insertadas muy juntas entre los ojos. Protórax convexo. Muchas especies con fuerte dimorfismo

sexual en la conformación elitral. Proceso intercoxal del prosternón prolongado sobre el mesosternón. Trocantes anteriores ocultos.

Subfamilia Anobiinae. Cuerpo alargado y cilíndrico. Cabeza hipognata. Antenas filiformes con maza de tres artejos. Protórax normalmente giboso o con quilla media longitudinal, borde lateral completo. Élitros con estrías de puntos en toda la superficie o sólo en los lados. Prosternón ligeramente excavado para la recepción de la cabeza, metasternón y primer segmento abdominal no excavados.

Subfamilia Mesocoelopodinae. Cabeza opistognata muy flexionada. Antenas normalmente sin maza terminal de tres artejos (con maza en el género *Rhamna*). Protórax convexo y excavado ventralmente para la recepción de la cabeza en posición de reposo. Élitros sin estrías de puntos. Borde anterior del metasternón sin saliente lobuliforme entre las coxas intermedias, meso, metasternón y primer segmento abdominal excavados. Coxas anteriores siempre contiguas.

Subfamilia Dorcatominae. Muy similar a los Mesocoelopodinae de los que se diferencia por las antenas con maza terminal de tres artejos, los élitros con una o más estrías de puntos, el borde anterior del metasternón con saliente lobuliforme entre las coxas intermedias y las coxas anteriores separadas, raramente contiguas.

Salpingidae

Generalmente de talla pequeña (2,5-4,0 mm). Carecen de un cuello marcado y las antenas de once artejos acaban en una maza terminal de tres. Su aspecto general es variable dependiendo de los géneros. En algunos casos su aspecto recuerda a los Cucujidae, con los élitros coloreados y en otros poseen los élitros cortos, de forma que su aspecto recuerda a los Estafilínidos. Presentan los tarsos heterómeros (5-5-4) y en algunos casos tetrámeros (4-4-4). Viven entre la madera en descomposición o bajo la corteza en donde capturan a sus presas.

Scraptiidae

Es una familia próxima a los Mordellidae con los cuales se pueden confundir. De pequeñas dimensiones (2,0-4,5 mm). Presentan el cuerpo alargado no pubescente. La cabeza está separada del pronoto por un cuello marcado y la anchura del pronoto es similar a la de los élitros, que cubren la totalidad del abdomen. Las patas son alargadas de color amarillento con la cabeza y las antenas más oscuras en algunos géneros. Los tarsos heterómeros o tetrámeros. La mayoría de especies viven en madera en descomposición aunque en algunos géneros los adultos son florícolas. Las larvas se alimentan de la madera en descomposición y de hongos.

Scydmaenidae

Generalmente son muy pequeños (0,5-3,0 mm). Presentan el cuerpo alargado y estrecho, convexo, con el tegumento de color oscuro o pardo, rojizo, brillante. Muchas especies presentan un aspecto que recuerda a las hormigas. Las antenas son de forma variable. Los élitros cubren la totalidad del abdomen y los tarsos son pentámeros. Viven en lugares en los que la humedad es muy elevada, como el musgo y la hojarasca, bajo la corteza de los árboles, en los tocones y oquedades de los árboles, en las cuevas e incluso en los hormigueros y bajo las piedras.

Silvanidae

Coleópteros de pequeñas dimensiones (1,8-4,0 mm) que presentan el cuerpo aplanado o ligeramente convexo con el tegumento pardo rojizo o amarillento. Las antenas de once artejos con una maza terminal de tres. El protórax es más largo que ancho y los ángulos anteriores del pronoto están muy desarrollados. Los élitros están provistos de nueve líneas de puntos que forman estrías. Los tarsos son de cinco artejos con el cuarto muy pequeño y las uñas simples. En general viven bajo la corteza de árboles, en donde se alimentan de hongos. Algunas especies constituyen plagas importantes de productos almacenados de origen vegetal.

Tenebrionidae

Configuración externa polimorfa. Ojos en posición lateral, alargados verticalmente y parcial o totalmente divididos por el saliente lateral del epístoma. Antenas de once o diez artejos, filiformes o engrosadas progresivamente, insertadas bajo el saliente lateral del epístoma. Protórax lateralmente bordeado o carenado o con los márgenes extendidos. Élitros con epipleuras o falsas epipleuras. Abdomen con cinco segmentos visibles, raramente con menos, los tres primeros rígidos, el cuarto y quinto articulados. Coxas no contiguas. Procoxas separadas por un saliente prosternal que divide las propleuras. Fórmula tarsal 5-5-4, aunque ocasionalmente puede ser 5-4-4 ó 4-4-4. Predominantemente detritícolas, aunque encontramos especies mirmecófilas, saprófagas con tendencia hacia la coprofagia, depredadoras de larvas de xilófagos, micófagas, etc. Otro grupo son cosmopolitas siendo plaga de los productos amiláceos. Los adultos normalmente son de hábitos nocturnos, aunque algunas especies de las subfamilias Alleculinae y Lagrinae son diurnas y de hábitos florícolas.

Tetratomidae

Reúne a varios géneros antes incluidos en la familia Melandryidae, todos ellos de pequeñas dimensiones (3,0-4,0 mm). Cuerpo de aspecto prácticamente cilíndrico, sin cuello, con la cabeza y los élitros negros y el tórax amarillo. Las antenas de once artejos con una maza terminal de cuatro. Ojos

muy salientes sin sedas. Los tarsos son heterómeros. Se alimenta de los hongos que se desarrollan en la madera en descomposición.

Trogossitidae

Coleópteros de talla mediana o grande (5,0-22,0 mm). En general poseen el cuerpo cilíndrico o ligeramente aplanado, con el pronoto y los élitros separados por una estrecha cintura y el tegumento brillante, de colores oscuros, a veces metálicos. En algunos casos el cuerpo es elíptico, aplanado y compacto, con el tegumento ornamentado. Se caracterizan además por presentar antenas en maza pectinada, formada por tres antenómeros, que están ensanchados en uno de los lados. Unos géneros se asemejan a los carábidos, otros a los lucánidos y algunos a los nitidúlidos. Son insectos forestales que viven en la madera podrida alimentándose de otros insectos xilófagos, a los que persiguen en sus propias galerías, o de hongos. También alguna especie puede ser plaga de productos almacenados de origen vegetal.

Zopheridae

Coleópteros de pequeña talla (2,0-5,0 mm). Forma muy variable, en general alargada y más o menos cilíndrica. Coloración testácea, rojiza o negra; raramente bicolores. Algunas especies están provistas de sedas escamiformes de diversos colores. Las antenas siempre terminadas en maza. El pronoto puede ser liso o más o menos esculpido. Muchas especies poseen fosetas antenales situadas sobre los hipómeros. Cavidades coxales anteriores cerradas. Tarsos de cuatro artejos salvo pocas excepciones. La mayoría de las especies son raras y su área de distribución está fragmentada por la destrucción de sus hábitats. Gran parte de las especies (tanto larvas como adultos) viven en la madera en descomposición. Existen especies depredadoras (polífagas u olífagas), parásitas, saprófagas, micetófagas, mirmecófilas, etc.

DIPTERA

Syrphidae

Los sírfidos son dípteros frecuentes en las flores, donde se alimentan de polen y néctar. En campo son fácilmente reconocibles por su vuelo cernido y hábil. La mayoría se caracteriza por la presencia de una vena falsa, a modo de pliegue, en la zona central del ala. El rango de formas, tamaños y colores es amplio, pudiendo variar desde especies oscuras de poco más de 3 mm (*Paragus* spp) hasta perfectos miméticos de himenópteros de hasta 25 mm (*Milesia* spp) o de otros dípteros (*Brachyopa* spp). Las larvas son acéfalas, ápodas y presentan, en su extremo terminal, el proceso respiratorio posterior, que en las especies acuáticas es muy largo para alcanzar la superficie, por lo

1



2



3



4



Lámina V: Especies de dípteros Syrphidae 1. *Myathropa florea*. Foto: G. Pennards. 2. *Myolepta obscura*. Foto: P. Falatico. 3. *Spilomyia digitata*. Foto: F. Rodríguez–Insectarium virtual–. 4. *Xylota segnis*. Foto: J. Marín–Insectarium virtual.

que se las denomina “larvas cola de ratón”. Los sírfidos adultos desempeñan un papel relevante en la polinización. Por su parte, las larvas poseen hábitos tróficos variados, estando implicadas en diferentes procesos ecológicos: saprofagia (incluye saproxílicos), micetofagia, fitofagia y depredación. Su diversidad taxonómica y ecológica, la existencia de métodos estandarizados para su captura y el relativamente amplio conocimiento que se tiene de ellos, hace que los sírfidos puedan ser considerados como buenos bioindicadores.

Entre las familias de coleópteros presentes en el PN de Cabañeros las más diversas resultaron Histeridae, Cryptophagidae y Curculionidae con 23, 21 y 21

especies respectivamente. Estas tres familias junto con otras cinco (Cerambycidae, Dermestidae, Ptinidae, Buprestidae y Dasytidae) engloban a más del 50% del total de especies identificadas (Fig. 1), existiendo 15 familias representadas por una única especie (Fig. 2).

La falta de información es siempre el principal problema para la conservación de cualquier taxón. Por este motivo, la tabla 1 es de especial interés ya que no sólo recoge el listado de especies de dípteros y coleópteros saproxílicos recolectadas en el PN de Cabañeros, sino que también reúne información relevante sobre su captura, esto es, el método de captura y la especie arbórea asociada, aspectos de gran interés si tenemos en cuenta la poca información existente sobre la biología de las especies saproxílicas en la región mediterránea. Asimismo, se destaca las especies nuevas para la ciencia o para la Península Ibérica y Europa.

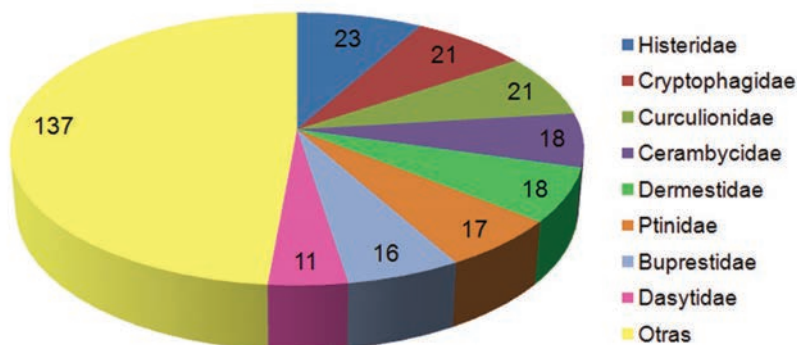


Figura 1: Familias de coleópteros con mayor riqueza de especies en el PN de Cabañeros. Los números en el interior del gráfico representan el total de especies pertenecientes a cada familia.

Figura 2: Riqueza total de especies de las familias de dípteros y coleópteros muestreadas en el PN de Cabañeros.

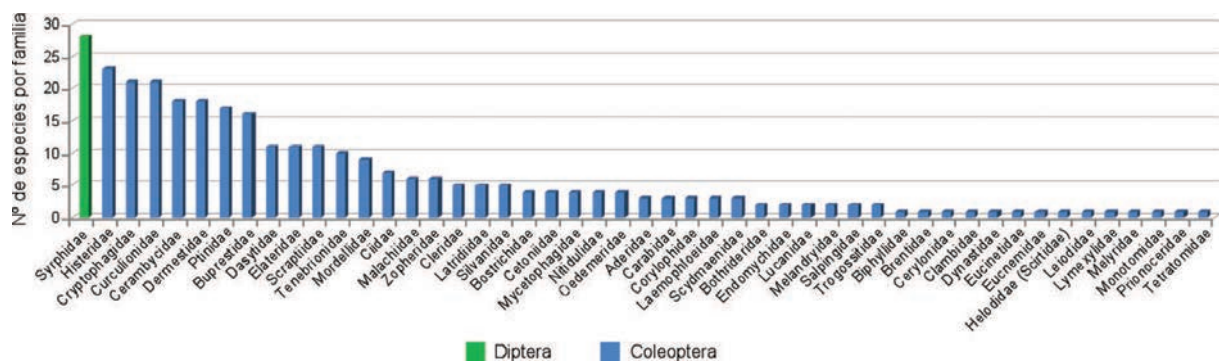


Tabla 1. Especies de insectos saproxílicos (coleópteros y dípteros) recolectadas en el PN de Cabañeros. Se muestra la especie arbórea asociada y el método de muestreo con el que se llevó a cabo la captura. Fa: *Fraxinus angustifolia*, Qf: *Quercus faginea*, Qp: *Quercus pyrenaica*, Qr: *Quercus rotundifolia*, Qs: *Quercus suber*. E: trampa de emergencia, T: trampa de tubo, V: trampa de ventana, M: trampa Malaise, MDA: muestreo directo de adultos, MDI: muestreo directo de inmaduros. * Especie nueva para la ciencia; ** Especie nueva para la Península Ibérica; *** Especie nueva para Europa.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ESPECIE ARBÓREA ASOCIADA	MÉTODO DE MUESTREO
Coleoptera	Aderidae	<i>Aderus populneus</i> (Panzer, 1796)	Fa, Qf, Qp, Qr	E, V
		<i>Cnopus minor</i> (Baudi, 1877)	Qr	E
		<i>Otolelus neglectus</i> (Jacquelin du Duval, 1863)	Fa, Qr	E
	Biphyllidae	<i>Diplocoelus fagi</i> Guérin-Ménéville, 1838	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	Bostrichidae	<i>Bostrichus capucinus</i> (Linnaeus, 1758)		T
		<i>Lichenophanes numida</i> (Lesne, 1898)	Qf, Qp	V
		<i>Scobicia chevrieri</i> (Villa & Villa, 1835)	Fa, Qp, Qs	T, V
		<i>Scobicia pustulata</i> (Fabricius, 1801)		T
	Bothriideridae	<i>Bothriideres interstitialis</i> Heyden, 1870	Qp	V
		<i>Oxylaemus cylindricus</i> (Panzer, 1796)	Qp	V
	Brentidae	<i>Amorphocephala coronata</i> (Germar, 1817)	Qf, Qp, Qs	V
	Buprestidae	<i>Acmaeodera degener 14-punctata</i> (Scopoli, 1763)	Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
		<i>Acmaeoderella adpersula</i> (Illiger, 1803)	Fa, Qs	T, V
		<i>Agrilus angustulus angustulus</i> (Illiger, 1803)	Qf, Qp	V
		<i>Agrilus beauprei mourguesi</i> Thery, 1928	Fa	V
		<i>Agrilus derasofasciatus</i> Boisduval & Lacordaire, 1835	Qp	V
		<i>Agrilus elegans</i> Mulsant & Rey, 1863	Fa, Qs	V
		<i>Agrilus graminis</i> Gory & Laporte, 1837	Qf, Qs	V
		<i>Agrilus hastulifer</i> (Ratzeburg, 1837)	Qf, Qp	T, V
		<i>Agrilus laticornis</i> (Illiger, 1803)	Qp	T, V
		<i>Anthaxia chaerodrys</i> Szallies, 2001**	Fa	V
<i>Anthaxia millefolii polychloros</i> (Fabricius, 1801)		Qp, Qs	V	
<i>Anthaxia salicis</i> (Fabricius, 1776)		Qf, Qp, Qs	V	
<i>Anthaxia (Haplanthaxia) scutellaris scutellaris</i> Gén�, 1836		Qs	T, V	

	<i>Chrysobothris affinis</i> (Fabricius, 1794)	Qp, Qs	T, V
	<i>Coraeus undatus</i> (Fabricius, 1787)	Qs	V
	<i>Eurythrea quercus</i> (Herbst, 1780)	Qp	E
Carabidae	<i>Calathus (Calathus) granatensis</i> Vuillefroy, 1866	Fa, Qf, Qp, Qs	T, V
	<i>Dromius (Dromius) agilis</i> (Fabricius, 1787)	Fa, Qf	V
	<i>Lamprias cyanocephala</i> (Linne, 1758)	Qf, Qp, Qs	V
Cerambycidae	<i>Alocerus moesiacus</i> (Frivaldsky, 1838)	Fa, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Callimellum angulatum</i> (Schrank, 1789)	Fa	V
	<i>Cerambyx welensii</i> (Küster, 1846)	Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Chlorophorus glaucus</i> (Fabricius, 1781)		T
	<i>Chlorophorus ruficornis</i> (Olivier, 1790)	Fa, Qs	V
	<i>Grammoptera abdominalis</i> (Stephens, 1831)	Qf	V
	<i>Grammoptera ustulata</i> (Schaller, 1783)	Qp	V
	<i>Necydalis ulmi</i> Chevrolat, 1838	Qs	V
	<i>Phymatodes testaceus</i> (Linnaeus, 1758)	Qp	T, V
	<i>Prinobius myardi</i> Mulsant, 1851	Fa, Qp, Qr	E, V
	<i>Stenopterus ater</i> (Linnaeus, 1767)	Qp	T, V
	<i>Stenurella approximans</i> (Rosenhauer, 1856)	Fa	T, V
	<i>Stenurella nigra</i> (Linnaeus, 1758)	Fa, Qp	V
	<i>Stictoleptura fontenayi</i> (Mulsant, 1839)	Qp	V
	<i>Stictoleptura trisignata</i> (Fairmaire, 1852)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Trichoferus fasciculatus</i> (Faldermann, 1837)	Qp, Qs	E, T, V
	<i>Trichoferus pallidus</i> (Olivier, 1790)	Qp	V
	<i>Xylotrechus arvicola</i> (Olivier, 1795)	Qf, Qp, Qs	V
Cerylonidae	<i>Cerylon histerooides</i> Fabricius, 1792	Qf	E
Cetoniidae	<i>Cetonia aurataeformis</i> Curti, 1913	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Potosia cuprea</i> (Fabricius, 1775)	Fa, Qf, Qp, Qr	E, V
	<i>Potosia opaca</i> (Fabricius, 1787)	Fa, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Valgus hemipterus</i> (Linnaeus, 1758)	Fa	V
Ciidae	<i>Cis comptus</i> Gyllenhal, 1827	Fa	V
	<i>Cis festivus</i> (Panzer, 1793)	Qp	T, V
	<i>Cis fusciclavis</i> Nyholm, 1953	Qs	V
	<i>Cis striatulus</i> Mellié, 1848	Qp, Qr	E, T, V
	<i>Cis vestitus</i> Mellié, 1848	Qp	V

DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS Y DíPTEROS (SYRPHIDAE) SAPROXÍLICOS
DEL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

	<i>Cis villosulus</i> Marsham, 1802	Fa, Qp	E, V
	<i>Xylographus bostrychoides</i> (Dufour, 1843)		T
Clambidae	<i>Cybocephalus rufifrons</i> Reitter, 1874		T
Cleridae	<i>Clerus mutillarius</i> Fabricius, 1775	Qp	T, V
	<i>Korynetes geniculatus</i> Klug, 1842	Qp	V
	<i>Opilo abeillei</i> Korge, 1960	Fa, Qp	V
	<i>Opilo domesticus</i> (Sturm, 1837)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Thanasimus formicarius</i> (Linnaeus, 1758)	Qf	T, V
Corylophidae	<i>Arthrolips indescreta</i> (Peyerimhoff, 1917)**	Qp	V
	<i>Arthrolips obscura</i> (Sahlberg, 1833)	Fa	T, V
	<i>Arthrolips picea</i> (Comolli, 1837)	Qp	V
Cryptophagidae	<i>Atomaria (Atomaria) atricapilla</i> Stephens, 1830	Qp	V
	<i>Atomaria (Atomaria) fuscata</i> (Schönherr, 1808)		T
	<i>Cryptophagus acutangulus</i> Gyllenhal, 1828	Fa	T, V
	<i>Cryptophagus dorsalis</i> Sahlberg, 1820	Fa	V
	<i>Cryptophagus aurelio</i> Otero, 2011 *	Fa, Qf, Qp, Qr	E, V
	<i>Cryptophagus cylindrellus</i> Johnson, 2007	Qp	E
	<i>Cryptophagus dentatus</i> (Herbst, 1793)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Cryptophagus distinguendus</i> Sturm, 1845	Fa, Qr	E
	<i>Cryptophagus fallax</i> Balfour-Browne 1953	Qp	E
	<i>Cryptophagus labilis</i> Erichson, 1846	Fa, Qp	V
	<i>Cryptophagus micaceus</i> Rey, 1889	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Cryptophagus pallidus</i> Sturm, 1845	Fa, Qf, Qp, Qs	V
	<i>Cryptophagus denticulatus</i> Heer, 1841	Qp	V
	<i>Cryptophagus punctipennis</i> Brisout de Barneville, 1863	Fa, Qf, Qp, Qr	E, V
	<i>Cryptophagus reflexus</i> Rey, 1889	Fa, Qf, Qp, Qr	E, T, V
	<i>Cryptophagus saginatus</i> Sturm, 1845	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Cryptophagus scanicus</i> (Linnaeus, 1758)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Cryptophagus spadiceus</i> Falcoz, 1925	Qf, Qp	V
	<i>Cryptophagus uncinatus</i> Stephens, 1830	Fa, Qp	T, V
	<i>Micrambe micoae</i> Otero & Johnson, 2010 *	Fa	V
	<i>Micrambe ulicis</i> (Stephens, 1830)	Fa	V
Curculionidae	<i>Brachytemnusporcatus</i> (Germar, 1824)	Fa	V
	<i>Camptorhinus simplex</i> Seidlitz, 1867	Qf, Qp, Qs	E, T, V

	<i>Camptorhinusstatua</i> (Rossi, 1790)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Choerorhinussqualidus</i> Fairmaire, 1857	Qp	V
	<i>Gasterocercushispanicus</i> Alonso-Zarazaga, Jover&Micó, 2009 *	Qp	E, V
	<i>Mecinuspyraster</i> (Herbst, 1795)	Fa	V
	<i>Meliciuscylindricus</i> (Boheman, 1838)	Fa, Qf, Qp, Qs	T, V
	<i>Meliciusgracilis</i> (Rosenhauer, 1856)	Fa, Qp, Qs	V
	<i>Rhyncoluspunctatulus</i> Boheman, 1838	Fa, Qf, Qp	V
	<i>Rhyncolusreflexus</i> Boheman, 1838	Fa, Qp, Qs	V
	<i>Stenoscelissubmuricata</i> (Schoenherr, 1832)	Fa, Qf	T, V
	<i>Stereonychusfraxini</i> (De Geer, 1775)	Fa	V
(Platypodinae)	<i>Platypuscylindrus</i> (Fabricius, 1792)	Fa, Qp, Qr, Qs	E, V
(Scolytinae)	<i>Dryocoetesvillosus</i> (Fabricius, 1792)	Fa, Qf, Qp, Qs	T, V
	<i>Hylasteslinearis</i> Erichson, 1836		T
	<i>Hylesinuscrenatus</i> (Fabricius, 1787)	Fa	V
	<i>Hylesinusvarius</i> (Fabricius, 1775)	Fa, Qf	V
	<i>Hylurgusligniperda</i> (Fabricius, 1787)	Qf	V
	<i>Orthotomicuserosus</i> (Wollaston, 1857)	Qs	T, V
	<i>Xyleborinus saxesenii</i> (Ratzeburg, 1837)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Xyleborusdryographus</i> (Ratzeburg, 1837)	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Xyleborusmonographus</i> (Fabricius, 1792)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
Dasytidae	<i>Aplocnemus brevis</i> (Rosenhauer, 1856)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Aplocnemus consobrinus</i> (Rosenhauer, 1856)	Fa	E, V
	<i>Aplocnemus limbipennis</i> Kiesenwetter, 1865	Fa, Qf, Qp, Qs	E, V
	<i>Danacea lata</i> Kiesenwetter, 1867	Fa	V
	<i>Danacea pici</i> Bleuse, 1896	Fa	V
	<i>Dasytes nigropilosus</i> (Reitter, 1885)	Fa	V
	<i>Dasytes oculatus</i> Kiesenwetter, 1867	Qp, Qs	V
	<i>Dasytes pauperculus</i> Laporte de Castelnau, 1840	Fa, Qf, Qp, Qs	V
	<i>Dasytes terminalis</i> Jacquelin Du Val, 1861	Fa, Qp, Qs	T, V
	<i>Mauroania bourgeoisi</i> (Pic, 1894)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Psilothrix illustris</i> (Wollaston, 1854)	Fa, Qf, Qp, Qs	T, V
Dermestidae	<i>Anthrenus (Anthrenus) angustefasciatus</i> Ganglbauer, 1904	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Anthrenus (Anthrenus) festivus</i> Erichson, 1846	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V

DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS Y DÍPTEROS (SYRPHIDAE) SAPROXÍLICOS
DEL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

	<i>Anthrenus flavipes</i> Leconte, 1854	Qs	V
	<i>Anthrenus (Florilinus) minutus</i> Erichson, 1846	Fa, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Anthrenus pimpinellae</i> (Fabricius, 1775)	Fa, Qf	V
	<i>Anthrenus (Anthrenus) scrophulariae</i> (Linnaeus, 1758)	Qp	V
	<i>Anthrenus (Florilinus) verbasci</i> (Linnaeus, 1767)	Fa, Qr	E
	<i>Attagenus incognitus</i> Hava, 2003	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Attagenus schaefferi</i> (Herbst, 1792)	Fa, Qp, Qs	E, V
	<i>Attagenus trifasciatus</i> (Fabricius, 1787)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Dermestes (Dermestes) bicolor</i> Fabricius, 1781	Qp, Qs	E, V
	<i>Dermestes (Dermestinus) erichsonii</i> Ganglbauer, 1904	Qf	E
	<i>Dermestes (Dermestinus) frischii</i> Kugelann, 1792	Qr	E
	<i>Dermestes (Dermestes) hispanicus</i> Kalik, 1952	Qr	E
	<i>Dermestes (Dermestinus) undulatus</i> Brahm, 1790	Qf, Qr	E
	<i>Globicornis (Globicornis) nigripes</i> (Fabricius, 1792)	Qf, Qp	V
	<i>Orphilus niger</i> (Rossi, 1790)	Fa, Qf, Qp	E, T, V
	<i>Trogoderma versicolor</i> (Creutzer, 1799)	Fa, Qp, Qs	T, V
Dynastidae	<i>Oryctes nasicornis</i> (Linnaeus, 1758)	Fa, Qf, Qp	E, V
Elateridae	<i>Ampedus aurilegulus</i> (Schaufuss, 1862)	Fa, Qf, Qp	E, T, V
	<i>Ampedus talamellii</i> Platia & Gudenzi, 2000	Qp, Qs	V
	<i>Ectamenogonus montandoni</i> Buysson, 1888	Fa, Qp, Qs	E, V
	<i>Elater ferrugineus</i> Linnaeus, 1758	Fa, Qf, Qp	E, T, V
	<i>Elathous platiai</i> Zapata & Sánchez-Ruiz, 2007	Fa, Qr	E, V
	<i>Ischnodes sanguinicollis</i> (Panzer, 1793)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Lacon punctatus</i> (Herbst, 1779)	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Limoniscus violaceus</i> (Müller, 1821)	Fa	E
	<i>Megapenthes lugens</i> (Redtenbacher, 1842)	Fa, Qf, Qp, Qr	E, T, V
	<i>Podeonius acuticornis</i> (Germar, 1824)	Qp	V
	<i>Procaerus tibilais</i> (Boisduval & Lacordaire, 1835)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
Endomychidae	<i>Mycetaea hirta</i> (Marsham, 1802)	Fa, Qp, Qr	E
	<i>Symbiotes gibberosus</i> (Lucas, 1849)	Fa, Qf, Qp, Qr	E, T, V
Eucinetidae	<i>Nycteus meridionalis</i> Laporte de Castelnau, 1836	Qf, Qp	V, E
Eucnemidae	<i>Melasis buprestoides</i> (Linnaeus, 1761)	Qp	V
Helodidae (Scirtidae)	<i>Prionocyphon serricornis</i> (Müller, 1821)	Fa, Qf, Qp, Qr	E

Histeridae	<i>Abraeus perpusillus</i> (Marsham, 1802)	Fa, Qf, Qp	E, V
	<i>Aeletes atomarius</i> (Aubé, 1842)	Fa	E
	<i>Atholus corvinus</i> (Germar, 1817)	Fa, Qp	T, V
	<i>Atholus duodecimstriatus</i> (Schrank, 1781)	Fa	E
	<i>Carcinops pumilio</i> (Erichson, 1834)	Fa, Qf	V
	<i>Cylister elongatus</i> (Thunberg, 1787)	Fa	T, V
	<i>Eubrachium hispidulum</i> (Bremi-Wolf, 1855)	Qp	V
	<i>Gnathoncus communis</i> (Marseul, 1862)	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Gnathoncus nannetensis</i> (Marseul, 1862)	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Gnathoncus rotundatus</i> (Kugelann, 1792)	Fa, Qf, Qp, Qs	T, V
	<i>Hetaerius ferrugineus</i> (Olivier, 1789)	Qp	E
	<i>Kissister minimus</i> (Laporte, 1840)	Qf	T, V
	<i>Margarinotus brunneus</i> (Fabricius, 1775)	Qf	E
	<i>Margarinotus merdarius</i> (Hoffmann, 1803)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Margarinotus uncostriatus</i> (Marseul, 1854)	Qf	E
	<i>Merohister ariasi</i> (Marseul, 1864)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Paromalus filum</i> Reitter, 1884	Qp	V
	<i>Paromalus flavicornis</i> (Herbst, 1792)	Fa, Qf, Qp, Qr	E, T, V
	<i>Platylomalus complanatus</i> (Panzer, 1797)	Fa	E
	<i>Platylomalus gardineri</i> (Scott, 1913)	Qp	E, T
	<i>Platysoma elongatum</i> (Thunberg, 1787)		T
<i>Platysoma filiforme</i> (Erichson, 1834)	Fa, Qp	E, T, V	
<i>Teretrius parasita</i> Marseul, 1862	Qp	T, V	
Laemophloeidae	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens, 1831)	Qf, Qp, Qr	E
	<i>Laemophloeus nigricollis</i> Lucas, 1849	Fa, Qf, Qp, Qs	E, V
	<i>Placonotus testaceus</i> (Fabricius, 1787)	Fa, Qp	E, T
Latridiidae	<i>Corticaria obscura</i> Brisout, 1863	Fa, Qf	E, T, V
	<i>Dienerella ruficollis</i> (Marsham, 1802)	Qr	E
	<i>Enicmus brevicornis</i> (Mannerheim, 1844)	Fa, Qp	E
	<i>Enicmus rugosus</i> (Herbst, 1793)	Fa, Qf, Qp	E, V
	<i>Latridius assimilis</i> (Mannerheim, 1844)	Fa, Qf, Qp, Qr	E, V
Leiodidae	<i>Agathidium nigriceps</i> Brisout de Barneville, 1872	Fa, Qp	E, T, V
Lucanidae	<i>Dorcus parallelepipedus</i> (Linnaeus, 1758)	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Pseudolucanus barbarossa</i> (Fabricius, 1801)	Fa, Qp, Qs	T, V

DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS Y DíPTEROS (SYRPHIDAE) SAPROXÍLICOS
DEL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

Lymexylidae	<i>Lymexylon navale</i> (Linnaeus, 1758)	Qp	V
Malachiidae	<i>Anthocomus fenestratus</i> Linder, 1864	Fa, Qp, Qr	E
	<i>Attalus anticus</i> Kiesenwetter, 1865	Fa	V
	<i>Hypebaeus albifrons</i> (Fabricius, 1775)	Qp	E
	<i>Colotes javeti</i> Du Val, 1852	Fa	V
	<i>Sphinginus lobatus</i> (Olivier, 1790)	Fa, Qp	V
	<i>Troglops furcatus</i> Abeille, 1885	Fa, Qf, Qp, Qr	E
Melandryidae	<i>Conopalpus brevicollis</i> Kraatz, 1855	Fa, Qp	V
	<i>Orchesia micans</i> (Panzer, 1794)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
Melyridae	<i>Falsomelyris granulata</i> (Fabricius, 1792)	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
Monotomidae	<i>Rhizophagus unicolor</i> (Lucas, 1846)	Qp	E, V
Mordellidae	<i>Hoshihananomia gacognei</i> (Mulsant, 1856)	Fa	V
	<i>Mediimorda batteni</i> Plaza-Infante, 1985	Fa, Qf, Qp	T, V
	<i>Mordella aculeata</i> Linnaeus, 1758	Qp, Qs	T, V
	<i>Mordella brachyura</i> Mulsant, 1856	Fa, Qf, Qp, Qs	T, V
	<i>Mordella leucaspis</i> Kuster, 1849	Qp, Qs	T, V
	<i>Mordellistena (Mordellistena) confinis</i> Costa, 1854	Fa, Qf	T, V
	<i>Mordellochroa humerosa</i> Rosenhauer, 1847	Fa, Qf, Qp	V
	<i>Variimorda (Variimorda) fagniezi</i> (Mequignon, 1946)	Fa, Qp, Qs	T, V
	<i>Variimorda (Galeimorda) theryi</i> (Méquignon, 1946)	Qf, Qp	V
Mycetophagidae	<i>Litargus balteatus</i> LeConte, 1856	Qp	E, T
	<i>Litargus connexus</i> (Fourcroy, 1785)	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Mycetophagus fulvicollis</i> Fabricius, 1793	Fa	V
	<i>Mycetophagus quadriguttatus</i> Müller, 1821	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
Nitidulidae	<i>Amphotis marginata</i> (Fabricius, 1781)	Qf, Qp	E, V
	<i>Eपुरaea fuscicollis</i> (Stephens, 1835)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Eपुरaea (Haptoncus) ocularis</i> Fairmaire, 1849	Qf	E
	<i>Soronia oblonga</i> Brisout de Barneville, 1863	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
Oedemeridae	<i>Chrysanthia reitteri</i> Seidlitz, 1899		T
	<i>Ischnomera xanthoderes</i> (Mulsant, 1858)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Oedemera barbara</i> (Fabricius, 1792)		T
	<i>Oedemera unicolor</i> Schmidt, 1846	Qs	V
Prionoceridae	<i>Lobonyx aeneus</i> (Fabricius, 1787)	Fa, Qf, Qp	V

Ptinidae (Anobiidae)	<i>Oligomerus brunneus</i> (Olivier, 1790)	Fa, Qf, Qp	E, V
Ptinidae (Dorcatominae)	<i>Dorcatoma (Pilosodorcatoma) agenjoi</i> Español, 1978	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Dorcatoma (Pilosodorcatoma) chrysomelina</i> Sturm, 1837	Qs	V
	<i>Mizodorcatoma dommeri</i> (Rosenhauer, 1856)	Qp	V
	<i>Stagetus andalusiacus</i> (Aube, 1861)	Fa, Qf, Qp	V
	<i>Stagetus elongatus</i> (Mulsant & Rey, 1861)	Fa, Qp, Qr	E, T, V
	<i>Stagetus micoae</i> Viñolas, 2011 *	Fa	E
Ptinidae (Mesocoelopodinae)	<i>Rhamna semen</i> Peyerimhoff de Fontenelle, 1913	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
Ptinidae (Ptininae)	<i>Dignomus dilophus</i> (Illiger, 1807)	Fa, Qf, Qp, Qs	T, V
	<i>Dignomus irroratus</i> (Kiesenwetter, 1851)	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Dignomus lusitanus</i> Illiger, 1807	Qf	V
	<i>Ptinus (Cyphoderes) bidens</i> Olivier, 1790	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Ptinus (Cyphoderes) hirticornis</i> Kiesenwetter, 1867	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Ptinus (Bruchoptinus) palliatus</i> Perris, 1847	Fa, Qf, Qp, Qs	V
	<i>Ptinus (Ptinus) perplexus</i> Mulsant & Rey, 1868	Fa, Qf, Qp, Qs	V
	<i>Ptinus (Ptinus) spitzyi</i> Villa & Villa, 1838	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Ptinus (Ptinus) timidus</i> Brisout de Barneville, 1866	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
Salpingidae	<i>Salpingus aeneus</i> (Olivier, 1807)	Fa, Qf, Qp	V
	<i>Salpingus tapirus</i> (Abeille de Perrin, 1874)**	Qp	T, V
Scaptiidae	<i>Anaspis (Nassipa) flava</i> (Linnaeus, 1758)	Qp	V
	<i>Anaspis (Anaspis) humeralis</i> (Fabricius, 1775)	Qp, Qs	V
	<i>Anaspis (Anaspis) incognita</i> Schilsky, 1895	Fa, Qp	V
	<i>Anaspis (Anaspis) lurida</i> Stephens, 1832	Fa	V
	<i>Anaspis (Anaspis) maculata</i> (Geoffrey in Fourcroy, 1785)	Qf, Qp	V
	<i>Anaspis (Anaspis) regimbarti</i> Schilsky, 1895	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Anaspis (Silaria) trifasciata</i> Chevrolat, 1860	Fa	V
	<i>Pentaria (Pseudopentaria) defarguesi</i> Abeille de Perrin, 1885	Fa	E
	<i>Scaptia dubia</i> Olivier, 1790	Fa, Qp, Qs	T, V
	<i>Scaptia ophthalmica</i> Mulsant, 1856	Fa, Qf	E, V
	<i>Scaptia testacea</i> Allen, 1940	Fa, Qf, Qp, Qr	E, T, V

DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS Y DÍPTEROS (SYRPHIDAE) SAPROXÍLICOS
DEL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

Scydmaenidae	<i>Paleostigus palpalis</i> (Latreille, 1804)	Fa, Qp, Qr	E
	<i>Scydmaenus cornutus</i> Motschulsky, 1845	Fa, Qp	E
	<i>Stenichus godarti</i> (Latreille, 1806)	Fa	E
Silvanidae	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl, 1834)	Fa, Qp	E, T
	<i>Airaphilus elongatus</i> (Gyllenhal, 1813)	Fa, Qf, Qp, Qs	V
	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)	Qr	E
	<i>Silvanus bidentatus</i> (Fabricius, 1792)	Fa	E
	<i>Uleiota planata</i> (Linnaeus, 1761)	Fa, Qp	E, V
Tenebrionidae	<i>Corticeus fasciatus</i> (Fabricius, 1790)	Qp, Qs	E, V
	<i>Eledonoprius armatus</i> (Panzer, 1799)	Qp	E, V
	<i>Isomira hispanica</i> Kiesenwetter, 1870	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Mycetochara quadrimaculata</i> (Latreille, 1804)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Pentaphyllus testaceus</i> (Hellwig, 1792)	Qp	V
	<i>Prionychus fairmairei</i> (Reiche, 1860)	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Probatiscus anthracinus</i> (Germar 1813)	Fa, Qf, Qp, Qr, Qs	E, V
	<i>Probatiscus granulatus</i> (Allard, 1876)	Fa, Qr	E, V
	<i>Pseudocistela ceramboides</i> (Linnaeus, 1758)	Fa, Qf, Qp	E, V
	<i>Stenohelops sublinearis</i> (Kraatz, 1870)	Fa, Qf, Qp, Qs	E, T, V
Tetratomidae	<i>Tetratoma baudueri</i> Perris, 1864	Fa, Qf, Qp, Qs	T, V
Trogossitidae	<i>Temnocheila caerulea</i> (Olivier, 1790)	Fa, Qr, Qs	E, T, V
	<i>Tenebroides marrocanus</i> Reitter, 1884	Fa, Qr, Qs	E, V
Zopheridae (Colydiinae)	<i>Aulonium ruficorne</i> (Olivier, 1790)	Qf	V
	<i>Colobicus hirtus</i> (Rossi, 1790)	Fa, Qp, Qs	E, V
	<i>Colydium elongatum</i> (Fabricius, 1787)	Fa, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Endophloeus marcovichianus</i> (Piller & Mitterpacher, 1783)	Qf, Qp, Qs	E, T, V
	<i>Synchita fallax</i> Hellwig, 1792		T
	<i>Synchita variegata</i> Hellwig, 1792	Qp	V
Diptera Syrphidae	<i>Brachyopa grunewaldensis</i> Kassebeer, 2000**	Fa, Qf, Qp	E, MDA
	<i>Brachypalpoides lentus</i> (Meigen, 1822)	Qf, Qp	E, MDA
	<i>Brachypalpus valgus</i> (Panzer, 1798)	Fa, Qp	E, MDA, M
	<i>Callicera aurata</i> (Rossi, 1790)	Fa, Qp, Qr	E, MDI, MDA
	<i>Callicera macquarti</i> Rondani, 1844	Qr	MDI

<i>Callicera spinolae</i> Rondani, 1844	Fa, Qf, Qr	E, MDI
<i>Ceriana vespiformis</i> (Latreille, 1804)	Fa, Qr	E, MDI, MDA, M
<i>Chalcosyrphus nemorum</i> (Fabricius, 1805)		MDA
<i>Criorhina floccosa</i> (Meigen, 1822)**	Qf, Qp	E
<i>Criorhina pachymera</i> Egger, 1858	Fa, Qf, Qp, Qr	E, MDA, M
<i>Ferdinandea aurea</i> Rondani, 1844	Qf, Qp	E, MDI, MDA, M
<i>Ferdinandea cuprea</i> (Scopoli, 1763)	Qp	E, MDA, M
<i>Ferdinandea fumipennis</i> Kassebeer, 1999***	Qp	E, MDI, MDA, M
<i>Ferdinandea ruficornis</i> (Fabricius, 1775)**	Qp	E, MDA, M
<i>Mallota cimbiciformis</i> (Fallen, 1817)	Fa, Qf, Qr	E, MDA
<i>Mallota dusmeti</i> Andreu, 1926	Fa, Qf, Qr	E, MDI
<i>Mallota fuciformis</i> (Fabricius, 1794)	Qf, Qp, Qr	E, MDA
<i>Milesia crabroniformis</i> (Fabricius, 1775)	Fa	E, MDA
<i>Milesia semiluctifera</i> (Villers, 1789)		MDA, M
<i>Myathropa florea</i> (Linnaeus, 1758)	Fa, Qf, Qp, Qr	E, MDI, MDA
<i>Myolepta difformis</i> Strobl in Czerny & Strobl, 1909	Fa, Qf, Qp, Qr	E, MDI
<i>Myolepta dubia</i> (Fabricius, 1805)	Qf	E, MDA
<i>Myolepta obscura</i> Becher, 1882**	Fa, Qf, Qp	E, MDI
<i>Sphiximorpha binominata</i> (Verrall, 1901)**		MDA
<i>Sphiximorpha subsessilis</i> (Illiger in Rossi, 1807)	Fa	E
<i>Spilomyia digitata</i> (Rondani, 1865)	Fa, Qf, Qp, Qr	E, MDI, MDA, M
<i>Spilomyia saltuum</i> (Fabricius, 1794)		MDA
<i>Xylota segnis</i> (Linnaeus, 1758)		MDA

Entre las especies de coleópteros estudiadas, se han encontrado cuatro especies nuevas para la ciencia descritas del PN de Cabañeros: *Cryptophagus aurelioi* Otero, 2011 (Fig. 3), *Micrambe micoae* Otero & Johnson, 2010 (Fig. 4), *Gasterocercus hispanicus* Alonso-Zarazaga, Jover & Micó, 2009 (Fig. 5) y *Stagetus micoae* Viñolas, 2011 (Fig. 6) (Tabla 1) (Alonso-Zarazaga *et al.* 2009, Otero & López 2011, Otero & Johnson 2010, Viñolas 2011). Además, la captura en el PN de Cabañeros de otras tres especies, *Salpingus tapirus* (Abeille de Perrin, 1874), *Anthaxia chaerodrys* (Szallies, 2001) y *Arthrolips indescrta* (Peyerimhoff, 1917), ha supuesto la primera cita para la Península Ibérica (Arnáiz Ruiz & Bercedo 2007). Por otro lado, ocho de las especies muestreadas (*Arthrolips obscura* (Sahlberg, 1833), *Eledonoprius armatus* (Panzer, 1799), *Eurythyrea quercus* (Herbst, 1780) (Fig. 7),



Figura 3:
Cryptophagus aurelioi.
Foto: C. Otero.



Figura 4: *Micrambe micoae*.
Foto: C. Otero.

Figura 5: *Gasterocercus hispanicus*.
Foto: M.A. Alonso Zarazaga





De izquierda a derecha. Figura 6: *Stagetus micoae*. Foto: A. Viñolas. Figura 7: *Eurythyrea quercus*. Foto: A. Viñolas. Figura 8: *Necydalis ulmi*. Foto: A. Viñolas.



Figura 9: *Podeonius acuticornis*. Foto: H. Brustel



Figura 10: *Rhamna semen*. Foto: A. Viñolas.

Necydalis ulmi Chevrolat, 1838 (Fig. 8), *Limoniscus violaceus* (Müller, 1821), *Podeonius acuticornis* (Germar, 1824) (Fig. 9), *Rhamna semen* Peyerimhoff de Fontenelle, 1913 (Fig. 10) y *Ampedus* (*Ampedus*) *talamellii* Platia & Gudenzi, 2010) han sido citadas por primera vez para el centro peninsular (Micó *et al.* 2010, Verdugo 2010, Viñolas *et al.* 2006, Zapata & Sánchez-Ruíz 2013) (Tabla 1), suponiendo para muchas de ellas la cita más meridional de su rango de distribución.

En el caso de los dípteros (Syrphidae), se han encontrado cinco especies cuya captura representa la primera cita para la Península Ibérica:

Figura 11:
Criorhina floccosa.
Foto: J. Cerdà –
Insectarium virtual.



Ferdinandea ruficornis (Fabricius, 1775), *Myolepta obscura* Becher, 1882, *Sphiximorpha binominata* (Verrall, 1901), *Criorhina floccosa* (Meigen, 1822) (Fig. 11) y *Brachyopa grunewaldensis* Kassebeer, 2000 (Ricarte & Marcos-García 2010, Ricarte *et al.* 2007, Ricarte *et al.* 2010, Ricarte *et al.* 2013, Quinto *et al.* 2012). Por otra parte, la cita de *Ferdinandea fumipennis* Kassebeer, 1999 en el PN de Cabañeros es la primera para Europa, ya que previamente sólo se conocía del norte de África (Ricarte & Marcos-García 2007) (Tabla 1).

Figura 12:
Mallota dusmeti.
Foto: P. Álvarez–
Insectarium virtual



La novedad de estos datos muestra la necesidad de estudios sistemáticos sobre la entomofauna saproxílica en la Península Ibérica. Esta carencia de estudios es un reflejo de lo que ocurre en toda la región mediterránea, en comparación con el mayor nivel de conocimiento de estos grupos de insectos en el centro y norte de Europa, donde por otro lado la diversidad de los organismos saproxílicos es menor.

El grado de singularidad de la fauna saproxílica del PN de Cabañeros y la especial relevancia de éste como hábitat para especies asociadas a bosques maduros, se ve subrayado por la presencia de siete especies de coleópteros (seis de ellas pertenecientes a la familia Elateridae y una a la familia Brentidae) y una de dípteros (Syrphidae) con algún grado de amenaza tanto a nivel europeo como para España, según criterios de la UICN (Nieto & Alexander 2010, Verdú *et al.* 2011) (Tabla 2) (Figs. 12–15).

Tabla 2. Especies de insectos saproxílicos (coleópteros y dípteros) recolectadas en el PN de Cabañeros que presentan algún grado de amenaza en Europa y España según criterios de la UICN.

FAMILIA	ESPECIE	GRADO DE AMENAZA	
		Europa	España
Brentidae (Coleoptera)	<i>Amorphocephala coronata</i> (Germar, 1817)		Vulnerable
Elateridae (Coleoptera)	<i>Ectamenogonus montandoni</i> Buysson, 1888	Casi amenazada	
	<i>Elater ferrugineus</i> Linnaeus, 1758	Casi amenazada	
	<i>Ischnodes sanguinicollis</i> (Panzer, 1793)	Vulnerable	
	<i>Limoniscus violaceus</i> (Müller, 1821)	En peligro	Vulnerable
	<i>Megapenthes lugens</i> (Redtenbacher, 1842)	Casi amenazada	
	<i>Podeonius acuticornis</i> (Germar, 1824)	En peligro	
Syrphidae (Diptera)	<i>Mallota dusmeti</i> Andreu, 1926		Vulnerable

La asociación de las especies saproxílicas con la especie arbórea (Tabla 1) es de gran utilidad para el desarrollo de programas de conservación. De las 33 especies recolectadas en el PN de Cabañeros el 11% no mostraron especificidad, encontrándose asociadas a las cinco especies vegetales muestreadas. Por el contrario, 105 especies (34%) fueron encontradas asociadas a una única especie arbórea, siendo los árboles que recogieron un mayor número de estas asociaciones *Quercus pyrenaica* (43 especies), *Fraxinus angustifolia* (36) y *Quercus faginea* (12), mientras que *Quercus suber* (8) y *Quercus rotundifolia* (6) fueron las que presentaron menor número de especies saproxílicas exclusivas (Tabla 1). Si bien estos datos son orientativos, ya que no todas las especies de árbol han sido muestreadas con el mismo esfuerzo, sí dan una idea de la posible influencia de la diversidad de especies arbóreas en la diversidad de insectos saproxílicos a nivel de paisaje y de bosque, tal y como se analiza en profundidad en el capítulo V.

Figura 13:
Amorphacephala coronata.
Foto: A. Verdugo



Figura 14:
Elater ferrugineus.
Foto: N. Rahmé

Figura 15:
Ischnodes sanguinicollis.
Foto: T. Németh

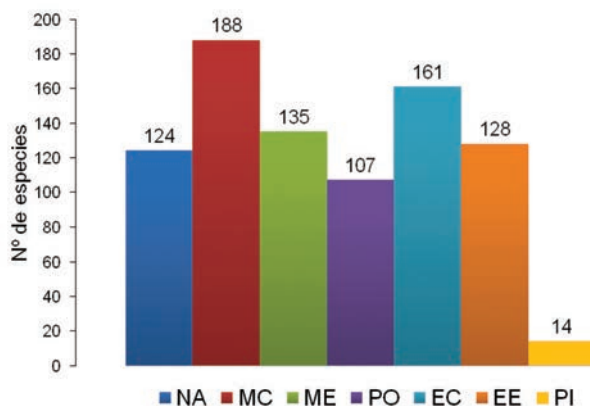


Por otra parte, aunque el análisis de efectividad de cada uno de los métodos de captura utilizados se muestra ampliamente descrito en el capítulo III, la tabla 1 recoge con qué método ha sido recolectada cada una de las especies. De estos datos cabe destacar que, en conjunto, alrededor de la mitad de todas las especies (146) fueron recolectadas mediante un único método de captura, lo que pone de nuevo de manifiesto la importancia de la elección de éste a la hora de llevar a cabo los muestreos.

Atendiendo a la distribución geográfica de las especies de dípteros y coleópteros saproxílicos recolectadas en el PN de Cabañeros, la región del Mediterráneo central (desde Italia a la Península Ibérica) recoge el mayor número de ellas (82%), seguida de Europa central, norte de las regiones del Mediterráneo

y de los Balcanes (51%) (Fig. 16). Sin embargo, esta área protegida se caracteriza por presentar una interesante combinación de elementos biogeográficos, incluyendo representantes de varios taxa cuyas áreas de distribución se conocen de zonas geográficas que van desde el norte de África y próximo Oriente a Siberia oriental, pasando por las regiones mediterráneas y del centro y este de Europa, y que confluyen en la Península Ibérica (Fig. 16). Muchas de las especies centroeuropeas y norteafricanas encuentran aquí sus límites de distribución, mientras que por otro lado destaca la presencia de 14 especies que hasta ahora sólo se conocen para la Península Ibérica (Fig. 16) siendo hasta la fecha endemismos ibéricos: *Calathus (Calathus) granatensis* Vuillefroy, 1866, *Cryptophagus aurelioi* Otero, 2011, *Micrambe micoae* Otero & Johnson, 2010, *Xylographus bostrychoides* (Dufour, 1843), *Gasterocercus hispanicus* Alonso-Zarazaga, Jover & Micó, 2009, *Attagenus incognitus* Hava, 2003, *Falsomelyris granulata* (Fabricius, 1792), *Stagetus andalusiacus* (Aube, 1861), *Stagetus micoae* Viñolas, 2011, *Ptinus (Ptinus) timidus* Brisout de Barneville, 1866, *Probatiscus granulatus* (Allard, 1876), *Stenohelops sublinearis* (Kraatz, 1870), *Synchita fallax* Hellwig, 1792. Estos datos subrayan la importancia de este parque Nacional como área de conservación de un ensamble de entomofauna saproxílica de especial interés dado su grado de endemidad y diversidad biogeográfica.

Figura 16: Distribución de las especies de dípteros (Syrphidae) y coleópteros recolectadas en el PN de Cabañeros. Basado en datos de 230 especies (74% del total de las especies). NA: Norte de África, desde el océano Atlántico (Marruecos) hasta el norte de Argelia, Túnez y el norte de Libia; MC: Mediterráneo central, desde Italia (islas incluidas) hasta la Península Ibérica; ME: Región mediterránea del este (Balcanes, Islas del Egeo, Creta y Rodas); PO: Próximo oriente incluyendo Turquía, repúblicas rusas del Cáucaso, Georgia, Armenia, Azerbaiyán, Líbano, Siria, Israel, Jordania, Península del Sinaí (Egipto), Península Arábiga, Irán e Irak; EC: Europa central, norte de las regiones del Mediterráneo y de los Balcanes; EE: Europa del este y Siberia oriental; PI: especies presentes únicamente en la Península Ibérica.



BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Zarazaga M.A., Jover T., Micó E. 2009. A new species of the genus *Gasterocercus* (Coleoptera, Curculionidae, Cryptorhynchinae) from the Iberian Peninsula, with notes on the ecology of the genus. *Zootaxa* 2170: 28–36.
- Arnáiz Ruíz L., Bercedo P. 2007. Sobre la captura de *Anthaxia chaerodryis* Szallies, 2001 en el Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real, España) (Coleoptera: Buprestidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 41: 452.
- Bouchard P., Bousquet Y., Davies A.E., Alonso-Zarazaga M.A., Lawrence, J.F., Lyal, C.H., Newton, A.F., Reid, C.A., Schmitt, M., Slipinski, S.A., Smith, A.B. 2011. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *Zookeys* 4: 1–972.
- Fauna Europaea 2012. Fauna Europaea version 2.5. Web Service available online at <http://www.faunaeur.org>.
- Marcos-García M.A., Ricarte A. 2009. Los sírfidos (Diptera: Syrphidae) saproxílicos como indicadores del estado de conservación del Parque Nacional de Cabañeros. En: Ramirez L., Asensio R. (Eds.). *Proyectos de investigación en Parques Nacionales 2005–2008*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.
- Micó E., Quinto J., Briones R., Brustel H., Galante E. 2010. Nueva cita de *Limoniscus violaceus* (Müller, 1821) (Coleoptera: Elateridae) para la región Mediterránea Ibérica. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 34: 427–429.
- Micó E., García-López A., Brustel H., Padilla A., Galante E. 2013. Explaining the saproxyllic beetle diversity of a protected Mediterranean area. *Biodiversity and Conservation* 22 (4): 889–904. DOI 10.1007/s10531-013-0456-x
- Nieto A., Alexander K.N.A. 2010. *European Red List of Saproxyllic Beetles*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Otero J.C., Johnson C. 2010. *Micrambe micoae* sp.n (Coleoptera Cryptophagidae) from the Iberian Peninsula. *Entomologica Fennica* 21: 58–60.
- Otero J.C., López M.J. 2011. A new species of *Cryptophagus* Herbst (Coleoptera: Cryptophagidae) from the Iberian Peninsula. *Coleopterist Bulletin* 65(2): 185–188.
- Quinto J., Marcos-García M.A., Díaz-Castelazo C., Rico-Gray V., Brustel H., Galante E., Micó E. 2012. Breaking down Complex Saproxyllic Communities: Understanding Sub-Networks Structure and Implications to Network Robustness. *PLoS ONE* 7: 1–9.
- Quinto J., Marcos-García M.A., Brustel H., Galante E., Micó E. 2013. Effectiveness of three sampling methods to survey saproxyllic beetle assemblages in Mediterranean woodland. *Journal of Insect Conservation*. 17(4): 765–776. DOI 10.1007/s10841-013-9559-7.

- Ricarte A., Marcos-García, M.A. 2007. *Ferdinandea fumipennis* Kassebeer, 1999 (Diptera: Syrphidae), nueva especie para el continente europeo. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 31: 205–208.
- Ricarte A., Marcos-García M.A. 2010. First record of the rare European endemic *Sphiximorpha binominata* (Verrall) (Diptera: Syrphidae) for the Iberian Peninsula. *Archives of Biological Sciences* 62: 1215–1217.
- Ricarte A., Marcos-García M.A., Pérez-Bañón C., Rotheray G.E. 2007. The early stages and breeding sites of four rare saproxylic hoverflies (Diptera: Syrphidae) from Spain. *Journal of Natural History* 41: 1717–1730.
- Ricarte A., Jover T., Marcos-García M.A., Micó, E., Brustel, H. 2009. Saproxylic 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: 583–607.
- Ricarte A., Nedeljkovic Z., Quinto J., Marcos-García M.A. 2010. The genus *Ferdinandea* Rondani, 1844 (Diptera, Syrphidae) in the Iberian Peninsula: first records and new breeding sites. *Journal of Entomological Research Society* 12: 57–69.
- Ricarte A., Quinto J., Speight M.C.D., Marcos-García M.A. 2013. A contribution to knowledge of the biodiversity of Syrphidae (Diptera) in Spain. *Archives of Biological Sciences, Belgrade*, 65 (4): 1533-1537.
- Verdú J.R., Numa C., Galante E. 2011. *Atlas y Libro Rojo de los invertebrados amenazados de España. (Especies Vulnerables). Volúmen I: Artrópodos*. Ministerio de Medio Ambiente. España.
- Verdugo A. 2010. Primer registro de *Eurythyrea quercus* (Herbst, 1780) (Coleoptera: Buprestidae) para el centro peninsular en el Parque Nacional de Cabañeros, Ciudad Real, España. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 47: 180.
- Viñolas A. 2011. *Stagetus micoae* n. sp. del Parque Nacional de Cabañeros, Ciudad Real, España (Coleoptera: Anobiidae: Dorcatominae). *Heteropterus Revista de Entomología* 11: 13–19.
- Viñolas A., Jover T., Micó E. 2006. Descripción del macho de *Rhamna semen* Peyerimhoff, 1913 (Anobiidae: Mesocoelopodinae). *Elytron* 20: 47–53.
- Zapata de la Vega J.L., Sánchez-Ruiz A. 2013. Nuevas aportaciones al catálogo de la familia Elateridae (Coleoptera) en la Península Ibérica e Islas Baleares, I. *Archivos Entomológicos* 8: 159–190.

Bibliografía de referencia para la diagnosis de las familias estudiadas

- Bahillo de la Puebla P., López-Colón J.J. 2003. La familia Prionoceridae Lacordaire, 1857 en la Península Ibérica (Coleoptera: Cleroidea). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 33: 161–165.
- Bahillo de la Puebla P., López-Colón J.J., Baena M. 2007. Los Bostricidae

- Latreille, 1802 de la fauna iberobaleare (Coleoptera). *Heteropterus Revista de Entomología* 7: 147–227.
- Balachowsky A. 1949. *Coléoptères Scolytides. Faune de France* 50. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris.
- Barron J.R. 1971. A revision of the Trogositidae of America North of Mexico (Coleoptera: Cleroidea). *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 75: 1–143.
- Blas M., Bellés X., Vázquez X., Vives E., Yélamos T. 1987. Els coleòpters: escarbats. Artròpodes II. En: Blas M. (Ed.) *Història Natural dels Països Catalans*, 10. Enciclopèdia Catalana, S. A. Barcelona.
- Salgado J.M., Outerelo R., Gamarra P., Blas M., Vázquez X., Otero C. 2004. *Curso Pràctic de Entomologia*. José Antonio Barrientos (Ed.). Manuals de la Universitat Autònoma de Barcelona. Asociación Española de Entomología, CIBIO (Centro Iberoamericano de Biodiversidad), Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Vázquez X. 1993. Coleoptera Oedemeridae, Pyrochroidae, Pythidae, Mycteridae. En: Ramos M.A. *et al.* (Eds) *Fauna Ibérica. Vol. 5*. Museo Nacionalde Ciencias Naturales. CSIC. Madrid.
- Watson L., Dallwitz M.J. 2003. British insects: the families of Coleoptera. Version: 25th July 2012. Disponible online: <http://delta-intkey.com>.

V

VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA
BIODIVERSIDAD SAPROXÍLICA:
UNA CUESTIÓN DE ESCALA

Estefanía Micó, Javier Quinto, Alejandra García-López
& Eduardo Galante



El Parque Nacional de Cabañeros alberga una elevada diversidad de Coleópteros y Dípteros saproxílicos, más de 300 especies, entre las que destaca un elevado porcentaje de especies endémicas, raras y amenazadas (ver capítulo IV). Comprender cuáles son los factores que determinan la biodiversidad saproxílica es clave para elaborar propuestas de conservación de la biodiversidad forestal, especialmente si tenemos en cuenta que la comunidad de insectos saproxílicos se considera una de las más amenazadas en Europa (McLean & Speight 1993, Grove 2002).

Son muchos los factores que afectan a la diversidad saproxílica, entre ellos la calidad y cantidad de madera muerta, la disponibilidad de microhábitats donde se desarrollan como oquedades y heridas en árboles vivos (Jonsell *et al.* 1998, 2007, Ranius 2002, Rotheray & MacGowan 2000), el grado de manejo de los bosques e incluso el grado de conservación de los hábitats circundantes (Buse *et al.* 2010, Fayt *et al.* 2006, Grove 2002, Saint-Germain *et al.* 2007, Sverdrup-Thygeson *et al.* 2010). Sin embargo, hasta la fecha se ha prestado poca atención a cómo afecta a la comunidad saproxílica la heterogeneidad del hábitat y la escala espacial, siendo estos estudios aún más escasos en la región mediterránea.

Cuando hablamos de heterogeneidad espacial nos referimos a la composición, estructura y configuración de los hábitats que forman parte de un paisaje. En este sentido, podemos decir que una de las principales características de la región mediterránea es precisamente presentar una elevada heterogeneidad espacial, como consecuencia de la actividad transformadora que el hombre ha llevado a cabo desde el Neolítico (Bignal & McCracken 2000) (ver capítulo I). Aunque en términos generales la heterogeneidad espacial parece favorecer la diversidad de insectos en los ecosistemas mediterráneos, en el caso de la comunidad saproxílica hay que tener en cuenta que sus especies dependen principalmente del hábitat de bosque, por lo que, en este caso, la cuestión estriba en cómo afecta a la diversidad saproxílica la heterogeneidad de los bosques que forman parte de un paisaje y en particular en el PN de Cabañeros (Micó *et al.* 2013). De las más de 40.000 ha de este espacio protegido, cerca de 21.000 corresponden a hábitat de bosque que se encuentra embebido en una matriz de matorral y pastizal (Fig. 1) (García Canseco 1997). Estos bosques varían en composición, edad, estructura y extensión, lo que confiere una marcada heterogeneidad al hábitat de bosque dentro del paisaje de Cabañeros (ver capítulo I).

Micó *et al.* (2013) estudiaron la diversidad de coleópteros saproxílicos presentes en 5 bosques maduros del parque, con árboles cuya media de edad superaba 80 años y con niveles similares de madera muerta en suelo. Los resultados de este trabajo mostraron un elevado recambio de especies (o diversidad beta) entre los bosques analizados (Tabla 1). Este resultado pone de manifiesto que esa heterogeneidad en la distribución de las especies según los diferentes bosques está contribuyendo a la diversidad total del parque

(o diversidad gamma) en mayor medida que la riqueza de especies presente en cada una de las unidades de bosque (o diversidad alfa).

	Bosque <i>Q. suber</i>	Bosque <i>F. angustifolia</i>	Bosque mixto I	Bosque mixto II	Bosque <i>Q. pyrenaica</i>
Bosque <i>Quercus suber</i>	100	-	-	-	-
Bosque <i>Fraxinus angustifolia</i>	45.45	100	-	-	-
Bosque mixto I	40.41	48.67	100	-	-
Bosque mixto II	46.58	48.54	50.30	100	-
Bosque <i>Quercus pyrenaica</i>	40.88	38.29	43.11	45.95	100

Tabla 1: Porcentaje de similitud en composición de especies entre los distintos tipos de bosque usando el Índice de Similitud de Jaccard. El bosque mixto I esta formado por *Q. faginea* y *F. angustifolia*. El bosque mixto II está formado por *Q. faginea*, *Q. pyrenaica* y *F. angustifolia*. Nótese que los bosques estudiados compartieron tan sólo entre un 38 y un 50% de las especies. (Modificado de Micó *et al.* 2013).

Estos resultados indican que una buena parte de la explicación de la elevada diversidad saproxílica de este parque nacional se encuentra precisamente en la elevada heterogeneidad de bosques que presenta (Fig. 2–6). Asimismo, descendiendo en la escala, la especie arbórea (siempre ligada a su manejo pasado o presente; ver capítulo I) resulta ser un factor clave que incrementa el recambio de especies entre bosques y consecuentemente la diversidad total del PN de Cabañeros (Micó *et al.* 2013). De hecho, analizando dentro de un mismo bosque la entomofauna que acude a diferentes especies arbóreas, encontramos también una tasa de recambio de especies significativamente mayor a lo esperado por azar. En este sentido, algunas especies de coleópteros saproxílicos presentan una mayor preferencia por ciertas especies arbóreas frente a otras (p.e. *Stereorynchus fraxini* muestra clara afinidad por *Fraxinus angustifolia*), aunque son muy poco comunes los casos de especificidad, salvo en xilófagos primarios, los cuales no están incluidos en la categoría de saproxílicos (Dajoz 1966). Por todo lo anteriormente expuesto, podemos concluir que una mayor diversidad de especies arbóreas influye positivamente en la diversidad saproxílica, si bien se hacen necesarios más datos empíricos sobre las preferencias que muestran las especies saproxílicas hacia los diferentes hábitat de bosque y hacia las diferentes especies arbóreas.

En la búsqueda de factores que afectan a la diversidad saproxílica todavía podemos descender más en la escala hasta llegar a la heterogeneidad estructural que ofrece cada árbol de forma individual. En este sentido, muchas especies saproxílicas se encuentran estrechamente ligadas a microhábitats

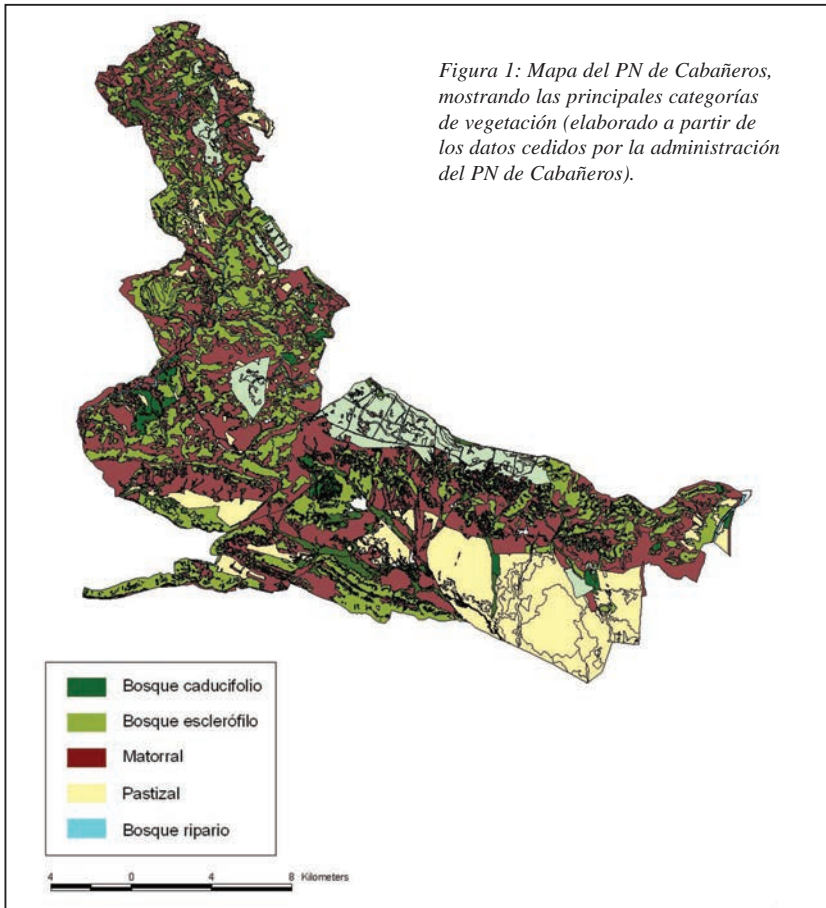


Figura 2: Melojar (*Quercus pyrenaica*) de la Viñuela en el PN de Cabañeros. Foto: R. Pla.





Figura 3: Fresneda (Faxinus angustifolia) de Gargantilla en el PN de Cabañeros. Foto: R. Pla.

Figura 4: Valle de Canalejas (Quercus faginea) en el PN de Cabañeros. Foto: R. Pla.





Figura 5: Bosque de Quercus rotundifolia junto a la raña en el PN de Cabañeros. Foto: R. Pla.

Figura 6: Alconocal (Quercus suber) en la zona norte del PN de Cabañeros. Foto: R. Pla.



que ofrecen los árboles añosos como oquedades, corteza, hongos saproxílicos, exudados de savia, etc. (ver capítulo II). Entre todos ellos, las oquedades constituyen uno de los microambientes más complejos e importantes en los bosques mediterráneos de Europa, ya que cada una de ellas es en sí misma un “multi-hábitat” que alberga distintos microhábitats simultáneamente (Sirami *et al.* 2008). Cada oquedad es única en cuanto a la cantidad y abundancia de recursos tróficos, evoluciona de manera independiente y se puede definir por numerosas variables físicas y bióticas (en adelante variables microambientales), por lo que podemos decir que la diversidad de oquedades de un bosque, sin duda explica también una buena parte de la diversidad saproxílica local.

Quinto *et al.* (en preparación) estudian la variación de distintas variables microambientales en 87 oquedades pertenecientes a tres tipos distintos de bosque en el PN de Cabañeros y analizan cómo afectan dichas variables microambientales a la diversidad de sírfidos y coleópteros. Los resultados de este trabajo revelan que los bosques mediterráneos, además de caracterizarse por su composición y estructura vegetal, también lo hacen por sus oquedades (nivel microhábitat) (Fig. 7). En este sentido, la historia de un bosque, y más concretamente la especie arbórea junto con su manejo pasado o presente, determinan en gran medida la heterogeneidad estructural de sus oquedades y

Figura 7: Los troncos de árboles añosos ofrecen numerosas oquedades y microhábitats para la entomofauna saproxílica. Foto: J. Ordóñez.



por consiguiente la diversidad de esta rica comunidad saproxílica. Corroborando esta hipótesis, los bosques con una mayor heterogeneidad de oquedades resultaron ser los más diversos en insectos saproxílicos en el PN de Cabañeros, coincidiendo estos con bosques no manejados en la actualidad y en ocasiones con un menor grado de manejo pasado (Quinto *et al.* en preparación). Sin embargo, hay que destacar que ciertos gremios e incluso algunas especies como el sírfido *Mallota dusmeti* (especie vulnerable en España), parecen verse favorecidos por determinadas prácticas tradicionales de manejo (p. e. podas leves) ya que determinan una mayor frecuencia de oquedades en las que se acumula el agua, siendo éste su principal microhábitat de desarrollo (Quinto *et al.* en preparación).

A su vez, las distintas variables microambientales que caracterizan las oquedades afectan de distinta forma a los gremios tróficos que en ellas conviven (xilófagos, saproxilófagos, saprófagos, micetófagos, depredadores y comensales) (Quinto *et al.* en preparación). En términos generales, la riqueza y abundancia de especies de los distintos gremios saproxílicos (salvo sírfidos saprófagos) está positivamente relacionada con el volumen de la oquedad, ya que suele relacionarse con una mayor complejidad estructural y consecuentemente con una mayor diversidad y abundancia de microhábitats en su interior.

¿Qué nivel – bosque, especie arbórea o microhábitat (oquedad) –, afecta más a la diversidad saproxílica? Es difícil contestar a esta pregunta, ya que todos los niveles se encuentran estrechamente relacionados entre sí, y es aún más difícil intentar dar una respuesta aplicable a todos los gremios que integran la comunidad saproxílica. Sin embargo, sí podemos concluir que los tres niveles considerados afectan a la diversidad saproxílica y que una mayor heterogeneidad y complejidad en cualquiera de ellos, está positivamente correlacionada con la biodiversidad. Es por tanto necesario considerar estos distintos niveles espaciales y bióticos a la hora de proponer medidas de conservación de la biodiversidad de organismos saproxílicos en los bosques mediterráneos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bignal E.M., McCracken D.I. 2000. The nature conservation value of European traditional farming systems. *Environmental Review* 8:149–171.
- Buse J., Levanony T., Timmc A., Dayan T., Assmann T. 2010. Saproxylic beetle assemblages in the Mediterranean region: Impact of forest management on richness and structure. *Forest Ecology and Management* 259: 1376–1384.
- Dajoz R. 1966. Ecologie et biologie des coléopterères xylophages de la hêtre. *Vie et Milieu* 17: 525–736.

- Fayt P., Dufrene M., Branquart E., Hastir P., Pontégnie C., Henin J.M., Versteirt V. 2006. Contrasting responses of saproxylic insects to focal habitat resources: the example of longhorn beetles and hoverflies in Belgian deciduous forests. *Journal of Insect Conservation* 10: 129–150.
- García Canseco, V. (Ed.) 1997. *Parque Nacional de Cabañeros*. Ecohábitat, Ciudad Real.
- Grove S.J. 2002. Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 1–23.
- Jonsell M., Hansson J., Wedmo L. 2007. Diversity of saproxylic beetle species in logging residues in Sweden – Comparisons between tree species and diameters. *Biological Conservation* 138: 89–99.
- Jonsell M., Weslien J., Ehnström B. 1998. Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity Conservation* 7: 749–64.
- McLean I.F.G., Speight M.C.D. 1993. Saproxylic invertebrates—the European context. En: Kirby K.J., Drake C.M. (Eds.) *Dead wood matters: the ecology and conservation of saproxylic invertebrates in Britain*. *English Nature Science* 7: 21–32.
- Micó E., García-López A., Hervé B., Padilla A., Galante E. 2013. Explaining the saproxylic beetle diversity of a protected Mediterranean area. *Biodiversity and Conservation* 22 (4): 889–904. DOI 10.1007/s10531-013-0456-x.
- Ranius T. 2002. Influence of stand size and quality of tree hollows on saproxylic beetles in Sweden. *Biological Conservation* 103: 85–91.
- Rotheray G.E., MacGowan I. 2000. Status and breeding sites of three presumed endangered Scottish saproxylic syrphids (Diptera, Syrphidae). *Journal of Insect Conservation* 4: 215–223.
- Saint-Germain M., Drapeau P., Buddle C.M. 2007. Occurrence patterns of aspen-feeding wood-borers (Coleoptera: Cerambycidae) along the wood decay gradient: active selection for specific host types or neutral mechanisms?. *Ecological Entomology* 32: 712–721.
- Sirami C., Jay-Robert P., Brustel H., Valladares L., Le Guilloux S., Martin J.L. 2008. Saproxylic beetles assemblages of old holm-oak trees in Mediterranean region: Role of a keystone structure in a changing heterogeneous landscape. *Revue d'Écologie la Terre et la Vie* 10: 101–114.
- Sverdrup-Thygeson A., Skarpaas O., Ødegaard F. 2010. Hollow oaks and beetle conservation: the significance of the surroundings. *Biodiversity Conservation* 19: 837–852.

VI

CONSERVACIÓN DE LOS INSECTOS SAPROXÍLICOS DEL BOSQUE MEDITERRÁNEO

M. Ángeles Marcos García & Eduardo Galante



El bosque mediterráneo, como se ha indicado en el primer capítulo, es en buena parte el resultado de la actividad humana que, a lo largo de la historia, lo ha ido modificando (Grove & Rackham 2001) y provocando cambios significativos en su estructura. No obstante, esta transformación del bosque mediterráneo ibérico, no ha sido tan drástica como en otras partes de Europa, donde el aclarado de los bosques, principalmente constituidos por especies arbóreas caducifolias, provocó una reducción cercana al 95% de su superficie original, habiéndose llevado a cabo posteriormente la recuperación de las superficies forestales mediante plantaciones de coníferas, con la consiguiente pérdida de la biodiversidad original (Fry & Lonsdale 1991).

En las áreas mediterráneas, los sucesivos cambios históricos provocados por la diversificación de las actividades agrícolas y ganaderas (Vaquero de la Cruz 1997), se han manifestado de manera particular en los ecosistemas forestales que si bien han sufrido una disminución de superficie a lo largo del tiempo (Lieutier & Ghaioule 2005), conforman uno de los medios más singulares y ricos en diversidad biológica de Europa (Blondel & Aronson 1999, de Miguel & Gómez Sal 2002, Galante & Marcos 2004, Micó *et al.* 2013, Ricarte *et al.* 2009). Los invertebrados saproxílicos son el grupo funcional que presenta más alta diversidad en estos medios mediterráneos (Saint-Germain *et al.* 2007, Schlaghamersky 2003). Muestran una estrecha asociación con el árbol y su presencia está condicionada principalmente por la madurez, estructura espacial y diversidad de especies leñosas del bosque (ver capítulo V), disponibilidad de madera muerta, edad y volumen de los árboles, estructura y calidad de los microhábitats en el interior de las oquedades del árbol y contenido en materia orgánica de éstas (Hammond *et al.* 2004, Jacobs *et al.* 2007, Laaksonen *et al.* 2008, Lemperiere & Marage 2010, Ranius & Jansson 2000, Ricarte *et al.* 2009).

Los recientes cambios en las prácticas de gestión agroforestal (Berg *et al.* 1994, Buse *et al.* 2010, Read 2000, Speight 1989, Grove 2002, Elton 1966) que responden a una acción reglada y ordenada con el fin de mantener una determinada estructura y rendimiento económico del medio, indudablemente, provocan cambios en la composición de la flora y fauna del bosque, afectando negativamente a la riqueza de los organismos saproxílicos y sus interacciones específicas. El resultado de estas prácticas es un alto número de especies de insectos saproxílicos amenazadas en Europa (<http://Europa.eu.int/comm./environment/lif>, Verdú & Galante 2006) y cuya existencia depende de los árboles de más edad y porte (Méndez *et al.* 2010, Micó *et al.* 2010a, Marcos-García *et al.* 2010) que en la actualidad están confinados, en muchas ocasiones, a parches aislados en el seno de una matriz de paisaje altamente transformada y diversificada.

Con el fin de evitar efectos negativos colaterales en la biodiversidad, el manejo de los bosques debiera estar sustentado en bases científicas y

técnicas, procurando en todo momento compatibilizar los aspectos administrativos, económicos, legales y sociales con los de conservación de la diversidad biológica que encierran. Este enfoque multidisciplinar implica en todo caso la interacción de técnicos forestales con biólogos y economistas, a fin de garantizar una gestión correcta de los ecosistemas forestales que se ajuste a la peculiaridad del medio mediterráneo, cuya marcada estacionalidad y variación climática interanual impide que su gestión pueda ser acometida con prácticas importadas de países centroeuropeos.

Si bien el manejo en cada bosque puede tener objetivos prioritarios diferentes, según sus características intrínsecas, la producción de recursos forestales, la protección de sus cuencas hidrográficas y la conservación de su biodiversidad, constituyen el denominador común en todos ellos (Jordano *et al.* 2002). Centrándonos en el último objetivo, vemos que tradicionalmente los esfuerzos de manejo del bosque mediterráneo han ido dirigidos a

Figura 1: Mallota dusmeti díptero saproxilico alimentándose de la flor de Euphorbia. Foto: P. Álvarez-Insectarium virtual.



conservar la diversidad de sus especies leñosas, una práctica justificada por la limitada capacidad de regeneración natural de las especies arbóreas o de matorral mediterráneo debido a los efectos de la sequía estival, la herbivoría y las alteraciones de origen antrópico, lo que ha potenciado los estudios de la estructura del hábitat y de su heterogeneidad espacial (Jordano *et al.* 2002). No obstante, la conservación de la biodiversidad forestal debiera contemplar también los animales que viven en el bosque y especialmente a los grupos responsables de procesos ecológicos tan importantes como son la polinización y fructificación (Fig. 1), la dispersión de semillas, la descomposición y reciclado de materia orgánica, el control natural de plagas forestales y de áreas agrícolas circundantes, etc. En todas estas funciones biológicas, que bien podemos considerarlas como “servicios ambientales” (EEM 2005), están implicados diversos grupos de insectos que de manera gratuita y discreta actúan directamente en el mantenimiento de la vida, generando beneficios y bienestar para las personas y las comunidades. Entre los grupos de insectos, se encuentran las especies saproxílicas que pasan la parte más larga de su ciclo biológico como fases larvarias, ocultas y de movilidad reducida, exclusivamente ligadas al árbol, mientras que la fase adulta, mejor conocida y mayoritariamente voladora, se puede dispersar y participar en nuevas interacciones con otras especies animales y vegetales, estableciéndose en ocasiones interacciones específicas muy interesantes y cuyo conocimiento es clave desde el punto de vista del manejo y la conservación (Montoya *et al.* 2006) (Fig. 2.).

Aunque el valor intrínseco de las especies saproxílicas es suficiente motivo para considerar su protección, es el conocimiento de las intrincadas relaciones que se establecen entre ellas y con el medio donde viven, lo que las hace aún más interesantes por los servicios ambientales y recursos que proveen (Jonsson *et al.* 2012, Quinto *et al.* 2012). Es precisamente esta diversidad y complejidad de interacciones en las que están implicadas las dife-



Figura 2: Adulto y lava de dipteros saproxílicos que se desarrollan en oquedades de árboles del PN de Cabañeros. Fotos: Z. Nedeljkovic.

rentes fases de vida de las especies de insectos saproxílicos, lo que hace que las estrategias de manejo para la conservación de la biodiversidad sean tan proliferas y diversas, y al mismo tiempo puedan repercutir tan positivamente en la conservación de la biodiversidad forestal (Marchetti 2004).

En estudios realizados en medios forestales ibéricos, ya se ha puesto de manifiesto que los artrópodos en general, y los insectos saproxílicos en particular, tienen una gran importancia en el funcionamiento de estos ecosistemas y constituyen en su conjunto una excelente herramienta indicadora del estado de conservación del medio (Galante & Marcos-García 2004, Martínez de Murguía *et al.* 2006, 2007, Sánchez Martínez *et al.* 2013). Asimismo, se han editado manuales de buenas prácticas forestales en los que ya se definen estrategias generales de conservación de artrópodos saproxílicos (Marcos & De Olano 2011, Sánchez Martínez *et al.* 2013).

En este capítulo vamos a hablar de estrategias de manejo y su relación con la conservación de especies de insectos saproxílicos, un grupo de organismos cuyo ciclo biológico transcurre en gran parte ligado exclusivamente al árbol. La primera consideración que se desprende de lo anterior es que la conservación de los insectos saproxílicos dependerá por tanto de la existencia de bosques maduros, de la diversidad de especies forestales y de la cantidad y calidad de madera existente en estos ecosistemas (Micó *et al.* 2010a), y por ello prácticas seculares como la extracción de madera muerta, cortada o almacenada durante meses en los bosques, no son un ejemplo acertado de un buen manejo del bosque, ya que se elimina la entomofauna saproxílica que se desarrolla en los microhábitats de la madera muerta (Bouget *et al.* 2011, Djupström *et al.* 2008, Micó *et al.* 2005).

Alguna de las medidas aquí expuestas, dirigidas a la conservación de los insectos saproxílicos, ya fueron definidas por el Consejo de Europa en 1988 cuando se dictó la Recomendación para la conservación de organismos saproxílicos y sus biotopos (R88/10). A modo de ejemplo, las que se detallan a continuación figuran entre las que entonces fueron propuestas y que a la luz de los resultados obtenidos de estos estudios, cobran hoy total vigencia:

Priorizar la conservación de los árboles más maduros y ricos en microhábitats para el desarrollo de insectos saproxílicos. En este sentido, en los bosques de Cabañeros se ha constatado que las oquedades de mayor tamaño, asociadas a los árboles de mayor edad son las que presentan mayor número de especies saproxílicas, ya que es donde se encuentra mayor cantidad y diversidad de recursos tróficos como son la madera muerta o en descomposición, acúmulo de agua, hongos, exudados, microhábitats de desarrollo y presas (ver capítulo V) (Fig. 3). De todos estos microhábitats, los exudados de savia de las heridas de árboles son especialmente importantes para el desarrollo de las larvas de muchas especies de dípteros saproxílicos, incluso pasados varios años después de la caída del árbol (Rotheray *et al.* 2001).



Figura 3: Las oquedades de gran tamaño contienen una mayor diversidad de recursos y microhábitas propicios para el desarrollo de insectos saproxílicos. Foto: E. Galante.

Conservar la madera muerta como elemento importante del ecosistema forestal. La consideración de los bosques como fuentes inagotables de madera ha conducido a planificar la gestión forestal atendiendo exclusivamente a su rentabilidad, incluyendo entre las prácticas forestales habituales la extracción de madera muerta. Sin embargo, los organismos saproxílicos se desarrollan en las oquedades y microhábitats que ofrecen los árboles (Marcos-García *et al.* 2010), independientemente de su estado fisiológico o vital, por lo que la supresión de los árboles muertos del medio forestal provoca un evidente perjuicio en el desarrollo y supervivencia de estas especies (Fig. 4).

Implementar medidas de gestión que permitan la reinstalación de especies saproxílicas ya desaparecidas. En el Reino Unido ya ha habido experiencias positivas con estos fines, como las aportadas por Fry & Lonsdale (1991) y Kirby & Drake (1993) a favor del mantenimiento de los grandes árboles añosos. Estas medidas no obstante, aunque han sido acertadas para la conservación de especies amenazadas de coleópteros, sólo han sido parcialmente efectivas para especies de dípteros dado que requieren diferentes microhábitats de desarrollo (Rotheray *et al.* 2001). Así, la reciente recuperación en el Reino Unido de poblaciones de *Hammerschmidia ferruginea* (Fallén, 1817) (Fig. 5), un sírfido (Diptera, Syrphidae) catalogado En Peligro, ha requerido



Figura 4: En los árboles caídos se desarrollan muchas de las especies de insectos saproxílicos.
Foto: J. Ordóñez.

del manejo de *Populus tremula* L. en cuyos exudados se desarrollan sus larvas (Rotheray *et al.* 2008), así como también otras 12 especies incluidas en la Lista Roja de especies británicas (MacGowan 1993).

Asimismo, en el citado documento del Consejo Europeo también se incluyen recomendaciones para llevar a cabo otras medidas que han formado



Figura 5: Adulto (a) y larvas (b) del sírfido *Hammerschmidia ferruginea*. Foto: E. Rotheray.

parte del principal objetivo que en su día nos propusimos con la edición de este libro y que pueden definirse como:

Recopilar el conocimiento sobre los organismos saproxílicos de nuestros bosques. El caso del PN de Cabañeros es un buen ejemplo, puesto que se dispone en la actualidad de un completo registro de más de 300 especies de estos organismos elaborado a lo largo de nuestros estudios realizados en los últimos 10 años (ver capítulo IV). Este conocimiento ha permitido que una vez conocidas las especies que habitan nuestros bosques, se haya abierto una nueva perspectiva para el estudio de las interacciones que se establecen entre los diferentes gremios de insectos saproxílicos. Los estudios llevados a cabo en este parque nacional han puesto de manifiesto cómo la diversidad de especies forestales y la heterogeneidad estructural del bosque son factores que determinan diferencias en riqueza y abundancia de especies a escala local (diversidad beta) que en conjunto contribuyen a que exista una elevada riqueza de especies (diversidad gamma) en el PN de Cabañeros (ver capítulo V y Micó *et al.* 2013).

Por otra parte cabe destacar la importancia del conocimiento de las asociaciones que se establecen y de los complejos patrones de interacción que se dan dentro de la oquedad (Quinto *et al.* 2012). El conocimiento de estas interacciones, como por ejemplo las de facilitación (Jönson *et al.* 2004), puede ayudar a establecer estrategias de conservación complementarias, sinérgicas, e incluso evitar extinciones en cadena.

Promover estudios sobre la biología y ecología de las especies saproxílicas con el fin de definir estrategias de gestión favorables al mantenimiento de sus poblaciones. Siguiendo esta recomendación, y lo indicado por Rotheray & MacGowan (1990), el conocimiento sobre la biología larvaria y de los lugares de cría de los insectos saproxílicos han sido ya una de las herramientas utilizadas recientemente como “indicadores de calidad del hábitat” en formaciones de *Quercus* del oeste ibérico, habiendo servido recientemente de base para el establecimiento de los programas de gestión del arbolado de la Reserva Biológica de Campanarios de Azaba, provincia de Salamanca (Sánchez Martínez *et al.* 2013).

- *Divulgar y concienciar sobre el papel beneficioso que los insectos saproxílicos tienen en la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas forestales.* De acuerdo con esta recomendación del Consejo de Europa, la información básica sobre los organismos saproxílicos del bosque mediterráneo y la biología de algunas “especies singulares de la dehesa”, ha sido convenientemente recogida en dípticos con fines didácticos editados por el CIBIO, encontrándose disponibles en la red (<http://carn.ua.es/CIBIO/es/divulgacion/divulgacion.html>) (Fig. 6). A través de este material divulgativo se pretende aumentar el conocimiento sobre esta entomofauna por lo tanto contribuir a desarrollar la sensibilidad de los distintos sectores sociales hacia la protección de este grupo de especies y sus hábitats.

Muchas especies de insectos saproxílicos poseen una amplia distribución europea, sin embargo sus poblaciones y áreas de distribución han sufrido un deterioro significativo en las últimas décadas como consecuencia de la pérdida o degradación de sus hábitats. De acuerdo con esta situación, la Lista Roja Europea señala que casi el 14% de los coleópteros saproxílicos han sufrido disminución de sus poblaciones en las últimas décadas y del 57% de las especies de este grupo no conocemos las tendencias poblacionales actuales (Nieto & Alexander 2010). Por todo ello, el modo de gestión del bosque es un factor clave en los procesos de diversificación y mantenimiento de la riqueza de la comunidad de insectos saproxílicos, tanto por lo que se refiere al manejo del propio árbol (Sirami *et al.* 2008), como al mantenimiento de la heterogeneidad espacial del bosque manteniendo al tiempo la diversidad vegetal (Buse *et al.* 2008). En relación con estos aspectos, debemos considerar que el manejo cultural que se ha llevado a cabo tradicionalmente en el bosque mediterráneo (ver capítulo I), ha facilitado la regeneración y mantenimiento de un arbolado diversificado, así como la supervivencia de los árboles maduros de grandes dimensiones que son imprescindibles para la conservación de la fauna saproxílica por albergar una gran diversidad de microhábitats y ofrecer una alta disponibilidad de recursos tróficos. El número de oquedades que ofrecen estos árboles, su heterogeneidad y características estructurales, son variables relacionadas con altos valores de biodiversidad y de la composición de los gremios de la comunidad saproxílica del bosque mediterráneo (Marcos-García *et al.* 2010, Quinto *et al.* en preparación). A modo de ejemplo cabe indicar el caso de *Limoniscus violaceus* (Müller 1821) (Elateridae) (Fig. 7), especie incluida en la Directiva Hábitats y considerada como Vulnerable en España (Blas 2006), y En Peligro en Europa (Nieto & Alexander 2010) y que vive preferentemente en grandes oquedades (Gouix *et al.* 2012, Micó *et al.* 2010 a,b). Del mismo modo, las poblaciones del endemismo iberomagrebí *Mallota dusmeti* (Andreu, 1926) (Fig. 1), especie Vulnerable en España (Marcos-García 2006), podrían potenciarse mediante estrategias tradicionales de manejo de poda no agresiva del

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE CONOCERLOS Y PROTEGERLOS?

A pesar de la importante función que desempeñan en los ecosistemas y de ser una pieza clave en la dinámica de los bosques, los insectos saproxílicos están considerados dentro de los grupos más amenazados como consecuencia principalmente de la fragmentación y destrucción de los bosques.

Hoy en día más de 1200 especies de insectos saproxílicos presentes en Europa están incluidas en Listas Rojas de especies amenazadas.

Los resultados de la investigación de los insectos saproxílicos son una herramienta imprescindible para la elaboración de estrategias adecuadas de gestión de la biodiversidad que permitan proteger y conservar los bosques.

LOS INSECTOS EN LOS ECOSISTEMAS



Realizado por:
A. García-López, E. Galante, M.A. Marcos-García, E. Moch

Proyecto:
CGL2009-09656/BOS y CGL2011-23058 (Ministerio de Ciencia e Innovación), LIFE2/NAT/E/000782 (Unión Europea)

Disponible online:
<http://cam.ua.es/CIBIO/es/divulgacion.html>
<http://www.entomologica.es/index.php/divulgacion/>

Fotografías:
P. Alvarez, E. Galante, A. García-López, E. Moch,
T. Németh, J.J. Pascual, R. Pla, J. Quinto, N. Rahmi, M. Storey

LOS INSECTOS SAPROXÍLICOS









¿QUIÉNES SON?

Los insectos saproxílicos dependen en algún momento de su ciclo biológico de la madera o de sus restos, así como de otros organismos asociados a dicho medio como por ejemplo los hongos.

Usan la madera como alimento, lugar de puesta o hábitat, presentando una gran variedad de formas y hábitos dependiendo del modo en que utilizan este recurso.

Coleópteros y Dípteros son los órdenes más diversificados dentro de la fauna saproxílica.




¿DÓNDE VIVEN?

Árboles maduros:



Oquedades de los árboles:



Madera en descomposición:



¿CUÁL ES SU PAPEL EN LOS ECOSISTEMAS?

Representan el mayor porcentaje de biodiversidad existente en ecosistemas forestales

Son buenos bioindicadores de calidad de los bosques, por lo que nos ayudan a entender cómo proteger y conservar la biodiversidad

Contribuyen al mantenimiento de las cadenas tróficas existentes entre las especies que forman las comunidades forestales

Participan en la fragmentación y en la descomposición de la madera y, por lo tanto, en el reciclado de nutrientes en los bosques

Figura 6: Trípticos explicativos sobre los insectos saproxílicos del bosque mediterráneo (http://cam.ua.es/CIBIO/es/divulgacion/triptico_saproxilicos.pdf).

árbol, ya que sus larvas son acuáticas y dependen en gran medida del agua retenida en las oquedades, donde además pueden permanecer durante los largos periodos de sequía característicos del clima mediterráneo.



Figura 7: Adulto y larva de *Limoniscus violaceus*. Especie amenazada e incluida en la directiva Habitat. Fotos: N. Rhamé.



Figura 8: Poda características del bosque mediterráneo. Foto: E. Galante.

Es por tanto importante establecer la relación existente entre los valores de riqueza de la diversidad saproxílica mediterránea con el tipo de manejo que se ha dado al árbol en un lugar determinado. Algunos tipos de podas como el olivado o el desmoche (Fig. 8) han facilitado, como se ha indicado en el capítulo I, la aparición de heridas y oquedades que constituyen microhábitats muy diversificados en forma, tamaño, posición y orientación permitiendo

albergar una rica comunidad saproxílica de invertebrados (Marcos-García *et al.* 2010, Micó *et al.* 2005, 2010a). No es fácil argumentar que todas las especies saproxílicas son cruciales para el mantenimiento de las funciones ecosistémicas de nuestros bosques y de hecho, la pérdida de algunas de ellas ha pasado ya inadvertida, pero la disminución de especies de la comunidad saproxílica significa que la resiliencia de nuestros bosques está siendo erosionada y que, por lo tanto, se verá disminuida su capacidad de reacción ante nuevas situaciones ambientales como el cambio climático que representa una perturbación sin precedentes para los ecosistemas forestales (Jonsson *et al.* 2012).

Por todo ello, además de los incendios y la pérdida de superficie forestal por diferentes motivos, la principal amenaza que se cierne en la actualidad sobre los insectos saproxílicos en el bosque mediterráneo es la pérdida de especies como resultado del abandono creciente de las actividades agrosilvopastorales tradicionales (Fig. 9) que ha sido impulsada por el cambio de usos del suelo (ver capítulo I). Este proceso está provocando una pérdida de diversidad paisajística y de su biodiversidad vegetal y animal asociada (Cañellas *et al.* 1996) que afecta directamente a la comunidad de insectos saproxílicos. Por todo ello, la conservación de los insectos saproxílicos en los paisajes mediterráneos requiere de una mejor comprensión de las necesidades de hábitat, de la biología de las especies, y en particular de las más especializadas, y analizar las interdependencias que se establecen entre ellas así como los factores ambientales que actúan a diferentes niveles de escala.

Figura 9: Dehesas con actividad ganadera. Foto: E. Galante.



BIBLIOGRAFÍA

- Berg Å., Ehnström B., Gustafsson L., Hallingbäck T., Jonsell M., Weslien J. 1994. Threatened plant, animal, and fungus species in Swedish forests: distribution and habitat associations. *Conservation Biology* 8:718–731.
- Blas M. 2006. *Limonicus violaceus* (Müller, 1821). En: Verdú J.R. & Galante E. (Eds.) *Libro Rojo de los Invertebrados de España*: 124–125. D. G. Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Blondel J., Aronson J. 1999. *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press.
- Bouget Ch., Nusillard B., Pineau X., Ricou Ch. 2011. Effect of deadwood position on saproxylic beetles in temperate forests and conservation interest of oak snags. *Insect Conservation and Diversity*, DOI 10.1111/j.1752-4598.2011.00160.x.
- Buse J., Feldmann B., Dayan T., Levanony T., Timm A., Assmann T. 2008. Saproxylic beetle assemblages in three managed oak woodlands in the Eastern Mediterranean. *Zoology in the Middle East* 45: 55–66.
- Buse J., Levanony T., Timm A., Dayan T., Assmann T. 2010. Saproxylic beetle assemblages in the Mediterranean region: Impact of forest management on richness and structure. *Forest Ecology and Management* 259: 1376–1384.
- Cañellas I., Montero G., Jiménez M.D. 1996. Litterfall in a rebollo oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) coppice thinnend with various intensities. *Annali dell Istituto Sperimentale per la Selvicoltura* 27: 25–29.
- De Miguel J.M., Gómez Sal A. 2002. Diversidad y funcionalidad de los paisajes agrarios tradicionales. En: Díaz Pineda F.F., De Miguel J.M., Casadio M.A. & Montalvo J. (Eds.) *La Diversidad Biológica de España*: 273–284. Prentice Hall. Madrid.
- Djupström L.B., Weslien J., Schroeder L.M., 2008. Dead wood and saproxylic beetles in set-aside and non set-aside forests in a boreal region. *Forest Ecology and Management* 255: 3340–3350.
- EEM. 2005. *Ecosistemas y bienestar humano*. Marco para la evaluación. Informe sobre el grupo de trabajo sobre el Marco Conceptual de la Evaluación sobre los Ecosistemas del Milenio. Island Press, Washington D.C.
- Elton C.S. 1966. Dying and dead wood. En Elton C.S. (Ed.) *The Pattern of Animal Communities*: 279–305. John Wiley et Sons Inc., New York.
- Fry R., Lonsdale D. (Ed.) 1991. *Habitat conservation for insects- a neglected green issue*. The Amateur Entomologists Society, UK.
- Galante E., Marcos-García M.A. 2004. El Bosque Mediterráneo. Los Invertebrados. En: García-Canseco V. & Asensio B. (Eds.) *La Red española de Parques Nacionales*: 272–282. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

- Gouix N., Mertlik J., Jarzabek-Müller A., Németh T., Brustel H. 2012. Known status of the endangered western Palaearctic violet click beetles (*Limoniscus violaceus*) (Coleoptera). *Journal of Natural History* 46: 769–802.
- Grove S.J. 2002. Saproxylic insect ecology and the sustainable management of Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 1–23.
- Grove A. T., Rackham O. 2001. *The nature of Mediterranean Europe. An ecological history*. Yale University Press, New Haven.
- Hammond H.E.J., Langor D.W., Spence J.R. 2004. Saproxylic beetles (Coleoptera) using *Populus* in boreal aspen stands of western Canada: spatio temporal variation and conservation of assemblages. *Canadian Journal of Forest Research* 34: 1–19.
- Jacobs J.M., Spence J.R., Langor D.W. 2007. Influence of boreal forest succession and dead wood qualities on saproxylic beetles. *Agricultural and Forest Entomology* 9: 3–16.
- Jonsson B.G., Siitonen J., Stokland J.N. 2012. The value and future of saproxylic diversity. En: Stokland J.N., Siitonen J., Jonsson B.G. (Eds.) *Biodiversity in dead wood*: 402–412. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Jönson N., Méndez M., Ranius T. 2004. Nutrient richness of Wood mould in tree hollows with the Scarabaeid beetle *Osmoderma eremita*. *Animal Biodiversity and Conservation* 27: 79–82.
- Jordano P., Zamora R. Marañón T., Arroyo J. 2002. Claves ecológicas para la restauración del bosque mediterráneo. Aspectos demográficos, ecofisiológicos y genéticos. *Ecosistemas* 11 (1):1–12.
- Kirby P., Drake C.M. 1993. *Dead wood matters: the ecology and conservation of saproxylic invertebrates*. English Nature Science 7.
- Laaksonen M., Peuhu E., Várkonyi G., Siitonen J. 2008. Effects of habitat quality and landscape structure on saproxylic species dwelling in boreal spruce-swamp forests. *Oikos* 117: 1098–1110.
- Lieutier F., Ghaioule D. 2005. *Entomological research in Mediterranean forest ecosystems*. INRA, Paris.
- Lemperiere G., Marage D. 2010. The influence of forest management and habitat on insect communities associated with dead wood: a case study in forests of the southern French Alps. *Insect Conservation and Diversity* 3: 236–245.
- MacGowan I. 1993. *The Entomological value of Aspen in the Scottish Highlands*. Malloch Society Research Report. Scotland
- Marchetti M. (Ed.) 2004. *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe-From Ideas to Operationality*. EFI Proceedings N° 51. European Forest Institute, Joensuu, Finland.
- Marcos-García M.A. 2006. *Mallota dusmeti* Andréu, 1926. En: Verdú J.R., Galante E. (Eds.) *Libro Rojo de los Invertebrados de España*: 175. Dirección General de Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

- Marcos-García M.A., Micó E., Quinto J., Briones R., Galante E. 2010. Lo que las oquedades esconden. *Cuadernos de Biodiversidad* 34:3–7.
- Marcos J.M., De Olano I. 2011. *Estudio de los insectos saproxílicos de interés de conservación de los montes de Vitoria (Álava)*. Centro de estudios ambientales. Ingurugiro Galetarako Ikastegia. Vitoria Gasteiz. Informe inédito.
- Martínez de Murguía L., Lapaza J., Salaberría E., Méndez M., Molino-Olmedo F. 2006. Coleópteros saproxílicos (Insecta, Coleoptera) de un hayedo acidófilo en regeneración del norte peninsular. *Munibe. (Ciencias Naturales)* 55: 167–182.
- Martínez de Murguía L., Castro A., Molino-Olmedo F. 2007. Artrópodos saproxílicos forestales en los parques naturales de Aralar y Aizkorri (Guipúzcoa, España) (Araneae y Coleoptera). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 41: 237–250.
- Méndez M., Nieto A., Micó E. 2010. Tesoros vivos en la madera muerta. *Quercus* 297: 82
- Micó E., Marcos García M.A., Alonso M.A., Pérez-Bañón C., Padilla A., Jover T. 2005. Un proyecto para la conservación de la entomofauna saproxílica en ecosistemas mediterráneos. *Cuadernos de Biodiversidad* 17: 10–20.
- Micó E., Marcos-García M^a A., Quinto J., Ramírez A., Ríos S., Padilla A., Galante E. 2010a. Los árboles añosos de las dehesas ibéricas, un importante reservorio de insectos saproxílicos amenazados. *Elytron* 24: 89–97.
- Micó E., Quinto J., Briones R., Brustel H., Galante E. 2010b. Nueva cita de *Limoniscus violaceus* (Müller, 1821) (Coleoptera: Elateridae) para la región Mediterránea Ibérica. *Boletín Asociación española de Entomología* 34 (3-4): 427–429.
- Micó E., García-López A., Brustel H., Padilla A., Galante E. 2013. Explaining the saproxyllic beetle diversity of a protected Mediterranean area. *Biodiversity and Conservation* 22 (4): 889–904. DOI 10.1007/s10531-013-0456-x.
- Montoya J.M., Pimm S.L., Solé R.V. 2006. Ecological networks and their fragility. *Nature* 442, DOI 10.1038/nature04927.
- Nieto, A., Alexander K.N.A. 2010. *European Red List of Saproxyllic Beetles*. Publications Office of the European Union. Luxembourg.
- Quinto J., Marcos-García M.A., Díaz-Castelazo C., Rico-Gray V., Brustel H., Galante E., Micó E. 2012. Breaking down complex saproxyllic communities: understanding sub-networks structure and implications to network robustness. *PLOS ONE* 7(9): e45062. DOI:10.1371/journal.pone.0045062.
- Ranius T., Jansson N. 2000. The influence of forest regrowth, original canopy cover and tree size on saproxyllic beetles associated with old oaks. *Biological Conservation* 95: 85–94.

- Read H. 2000. *Veteran trees: a guide to good management*. English Nature, Peterborough.
- Ricarte A., Jover T., Marcos-García M^a A., Micó E., Brustel H. 2009. Saproxylic 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 E.G., MacGowan I. 1990. Re-evaluation of the status of *Callicera rufa* Schummel (Diptera: Syrphidae) in the British Isles. *The Entomologist* 109: 35–42.
- Rotheray E.G., Hancock G., Hewitt St., Horsfield D., MacGowan I., Robertson D., Watt K. 2001. The biodiversity and conservation of saproxylic Diptera in Scotland. *Journal of Insect Conservation* 5: 77–85.
- Rotheray E.L., MacGowan I., Rotheray G.E., Sears J., Elliott A. 2008. The conservation requirements of an endangered hoverfly, *Hammerschmidia ferruginea* (Diptera, Syrphidae) in the British Isles. *Journal of Insect Conservation*. DOI 10.1007/s10841-008-9204-z.
- Saint-Germain M., Drapeau P., Buddle Ch.M. 2007. Host-use patterns of saproxylic phloeophagous and xylophagous Coleoptera adults and larvae along the decay gradient in standing dead black spruce and aspen. *Ecography* 30: 737–748.
- Schalaghmersky J. 2003. Saproxylic invertebrates of food plains, a particular endangered component of biodiversity. En: Manson F., Nardi G. & Tisato M. (Eds.) *Proceedings of the International Symposium Dead wood: a key to biodiversity*: 15–8. May 2003. Mantova, Italy.
- Sánchez Martínez C., Benito Peñil D., García de Enterría S., Barajas Castro I., Martín Herrero N., Pérez Ruíz C., Sánchez Sánchez J., Sánchez Agudo J.A., Rodríguez de la Cruz D., Galante E., Marcos García M^a A., Micó E. 2013. *Manual de gestión sostenible de bosques abiertos mediterráneos con aprovechamiento ganadero*. Castilla Tradicional Ediciones. Valladolid.
- Sirami C., Jay-Robert P., Brustel H., Valladares L., Le Guilloux S., Martin J.L. 2008. Saproxylic beetles assemblages of old holm-oak trees in Mediterranean region: Role of a keystone structure in a changing heterogeneous landscape. *Revue d'Écologie Terre et Vie* 10: 101–114.
- Speight MCD 1989. *Saproxylic invertebrates and their conservation*. Nature and environment series 42. Council of Europe, Strasbourg.
- Vaquero de la Cruz J. 1997. Flora vascular y vegetación. En: García Canseco, V. (Ed.) *Parque Nacional de Cabañeros*: 95-104. Ecohábitat, Ciudad Real.
- Verdú J.R. & Galante E. 2006 *Libro Rojo de los Invertebrados de España* Dirección General de Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.





