

FACULTAD DE CIENCIAS
GRADO EN BIOLOGÍA
TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO ACADÉMICO [2015-2016]

TÍTULO:

**DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS SAPROXÍLICOS ASOCIADA A
AGROSISTEMAS MEDITERRÁNEOS**

AUTOR:

ALBERTO MANUEL ARTERO CABEZAS

Índice

- Resumen p.3
- Abstract p.3
- Palabras clave p.4
- Introducción p.4
- Antecedentes p.6
- Objetivos p.6
- Materiales y métodos p.6
 - Área de estudio p.6
 - Obtención de muestra p.8
 - Separación e identificación de muestras p.12
- Resultados p.13
 - Familias de coleópteros saproxílicos identificadas y número de individuos p.13
 - Descripción biológica de las familias p.14
 - Perímetro de los árboles p.18
 - Número de familias por masa de arbolado p.18
 - Número de individuos por masa de arbolado p.19
 - Estudio fenológico p.19
 - Familias comunes y exclusivas de las masas de arbolado p.20
 - Familias de coleópteros no saproxílicos identificadas p.21
- Discusión p.21
- Conclusiones p.22
- Conclusions p.23
- Bibliografía p.23
- Cronograma de las actividades del trabajo Anexo I
- Cronograma de la continuación del estudio Anexo II

Resumen

Los invertebrados saproxílicos y especialmente los coleópteros, son clave en el funcionamiento y dinámica de los bosques debido a su papel como descomponedores de los sustratos leñosos. Sin embargo, representan uno de los grupos más amenazados de los bosques europeos. En la actualidad se desarrollan cada vez más estudios sobre la entomofauna saproxílica en ecosistemas mediterráneos de la Península Ibérica y también sobre ecosistemas manejados por el hombre, pero los estudios sobre entomofauna saproxílica en agrosistemas mediterráneos son escasos. Por ello, el objetivo de este estudio es conocer la diversidad de coleópteros saproxílicos asociada a los agrosistemas mediterráneos presentes en la Estación Biológica de Torretes (Ibi, Alicante). El estudio se ha realizado colocando trampas de ventana (window flight traps) en las tres formaciones vegetales predominantes de la zona: pinar, encinar y cultivos arbóreos como representantes de los agrosistemas mediterráneos. Los muestreos se realizaron durante 6 meses, de Diciembre a Mayo. Una vez colectadas las muestras, se separaron e identificaron las familias de coleópteros saproxílicos que habitan cada una de las formaciones vegetales. También se realizó un estudio fenológico a lo largo de todo el periodo de estudio. El presente trabajo muestra que la formación vegetal que alberga una mayor diversidad de familias y una mayor abundancia de coleópteros saproxílicos es el cultivo de almendro (22 familias y 252 individuos). El análisis fenológico determinó que el mayor número de familias se colectaron en primavera con un máximo de 17 familias y 196 individuos en el mes de Abril. Se concluye que las áreas de cultivo actúan como reservorio de biodiversidad para los coleópteros saproxílicos y que se debe incentivar el manejo de forma tradicional de los agrosistemas mediterráneos, para favorecer la creación de nichos y microhábitats para dicho grupo y así preservar su biodiversidad.

Abstract

Saproxylic invertebrates and specially beetles are key for forests functioning and dynamics due to their role as decomposers of woody substrates. However, they are one of the most threatened assemblages in European forests. Nowadays more and more studies are done about saproxilyic insects in Iberian Mediterranean ecosystems and also about ecosystems managed by humans but studies about saproxilyic insects in Mediterranean agrosystems are limited. The objective of this study is to know saproxilyic beetle diversity associated to Mediterranean agrosystems present in the Estación Biológica de Torretes (Ibi, Alicante). The study was done placing window flight traps in the three predominant plant formations: pine forest, oak forest and tree crops as Mediterranean agrosystems representatives. Sampling lasted 6 months, from

December to May. Once samples were collected, they were separated and identified to determine saproxylic beetle families that inhabited each of the studied ecosystems. A phenology study was also done along the whole period. This study shows that almond-tree crop is the ecosystem with higher diversity of families and higher abundance of saproxylic beetles (22 families and 252 individuals). Phenology study showed that the higher number of families were collected in spring with a maximum of 17 families and 196 individuals in April. It is concluded that crop areas act as biodiversity reservoirs for saproxylic beetles and that traditional management of Mediterranean agrosystems must be encouraged to favour niche and microhabitats creation for saproxylic beetles and so preserve its biodiversity.

Palabras clave: ecosistema mediterráneo, biodiversidad, coleópteros saproxílicos, conservación.

Introducción

La elevada riqueza de especies que alberga la Cuenca Mediterránea la ha llevado a ser considerada uno de los 35 hotspots de biodiversidad mundial (Conservation International, 2016, Myers *et al.*, 2000; Shi, 2005) presentando hábitats muy diversos debido a su compleja historia geológica y climática (Médail and Quézel, 1997). Son característicos del bosque mediterráneo los ecosistemas abiertos y clareados pero muy heterogéneos, combinando árboles y arbustos, otorgándole una gran riqueza de especies. Estos ecosistemas conservan una elevada biodiversidad y un número considerable de endemismos vegetales propios, suponiendo una notable aportación a la biodiversidad del planeta. La intensa actividad de transformación por parte del ser humano ha sido, por tanto, un factor que ha determinado la biodiversidad ligada a los ecosistemas mediterráneos (García *et al.*, 2002; Lucio y Gómez, 2002).

Por este motivo, la Cuenca Mediterránea fue adquiriendo un paisaje fragmentado y heterogéneo formado por parches de bosque y matorral que alternan con áreas de pastizal y campos agrícolas cercanos a los asentamientos humanos (Pons and Quézel, 1985) otorgándole su gran riqueza de especies.

La creación de zonas clareadas por el hombre desde el neolítico para la formación de áreas de cultivo y de pastizal (Hernández y Romero, 2009) y el uso del fuego para este fin, condujo a grandes modificaciones del paisaje (Quézel and Médail, 2003; Pons and Suc, 1980) reduciendo las áreas de bosque y condicionando su biodiversidad (Blondel and Vigne, 1984). Además, la herbivoría debida a la presencia de animales domesticados, favoreció la diversificación vegetal

incrementando la heterogeneidad de su distribución y la formación de asociaciones diferenciadas de especies vegetales (Zamora, García-Fayos y Gómez-Aparicio, 2008).

A nivel europeo, la cobertura forestal ha disminuido drásticamente y la estructura y composición de los fragmentos restantes, se ha visto profundamente alterada (Thirgood, 1989) viéndose disminuida la biodiversidad animal asociada (Groove, 2002). Este es un problema que afecta gravemente a los bosques europeos (Devore, 2014).

En la actualidad, los invertebrados saproxílicos representan uno de los grupos más amenazados de estos ecosistemas en Europa (Micó *et al.*, 2013), por ejemplo, el 50% de la fauna de coleópteros saproxílicos en Alemania está en peligro (Geiser, 1998) y casi 200 especies lo están en Finlandia (Rassi *et al.*, 1992). Se consideran saproxílicas aquellas *especies 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* (Speight, 1989). Hongos, vertebrados e invertebrados presentan especies con hábitos saproxílicos, siendo los insectos, y en particular, los dípteros y los coleópteros los grupos mejor representados. Para hacerse una idea de la magnitud de la biodiversidad de estos, el número de especies de coleópteros saproxílicos duplica la de todos los vertebrados terrestres (Grove, 2002). Así mismo, los coleópteros son clave en el funcionamiento y dinámica de los bosques debido a su papel como descomponedores de los sustratos leñosos (Grove, 2002; Micó *et al.*, 2011). La madera en descomposición y los invertebrados saproxílicos contribuyen a un gran número de funciones ecosistémicas como la captura de carbono, la mejora de la eficiencia hidro-geológica del paisaje, la contribución a la biodiversidad y la perpetuación de la formación de humus que aumenta la productividad de los ecosistemas (Cavalli and Mason, 2003). Este papel lo llevan a cabo mediante la descomposición inicial de la madera para su transformación física en residuos de menor tamaño que las bacterias y hongos pueden utilizar (Speight, 1989; Davies *et al.*, 2007; Micó *et al.* 2011; Stokland, 2012). Debido a esto, la presencia de madera muerta y de invertebrados saproxílicos, particularmente coleópteros en ecosistemas boscosos es indicativo de un hábitat maduro de elevada calidad (Alexander, 2004).

La Comunidad Valenciana posee una gran representación de agrosistemas mediterráneos que incluye masas de arbolado, siendo un claro ejemplo la Estación Biológica de Torretes en Ibi. Esta posee una vegetación dominada por pinar con parches del bosque de carrascas original y una extensa zona de cultivos de árboles frutales. Cabe destacar que los parches de carrascal conforman un ecosistema abierto con dominancia de especies de matorral bajo y espinoso

debido al uso humano continuo y la ganadería que se ha estado practicando en la zona hasta hace escasos años. Sin embargo, se desconoce qué entomofauna saproxílica albergan estas formaciones.

Antecedentes

La importancia de los organismos saproxílicos en el funcionamiento de los ecosistemas ha llevado a que actualmente se desarrollen cada vez más estudios sobre la entomofauna saproxílica en ecosistemas mediterráneos de la Península Ibérica (Micó *et al.*, 2013; Micó, Marcos-García y Galante, 2013; Quinto *et al.*, 2015). En ellos se indica que la riqueza de estos ecosistemas es muy elevada, albergando incluso especies en peligro como *Podeonius acuticornis* (Nieto and Alexander 2010) o vulnerables como *Ischnodes sanguinollis* (Gouix *et al.*, 2008). También se han realizado trabajos sobre ecosistemas manejados por el hombre (Ramírez-Hernández *et al.*, 2014a; Bugalho *et al.*, 2011; Ramírez-Hernández *et al.*, 2014b) en ecosistemas de dehesa, los cuales han revelado su importancia como reservorios de biodiversidad y su capacidad de albergar especies bajo alguna categoría de amenaza según los criterios de la UICN. Sin embargo, hasta la fecha no existen antecedentes de este tipo de trabajo sobre entomofauna saproxílica en agrosistemas mediterráneos del Levante ibérico.

Objetivos

El objetivo de este trabajo es conocer la diversidad de coleópteros saproxílicos asociada a los agrosistemas mediterráneos presentes en la Estación Biológica Torretes (Ibi, Alicante). Se analiza la aportación de cada una de las tres formaciones de arbolado (pinar, encinar y frutales) a la biodiversidad de coleópteros saproxílicos general de la zona. También se estudia la fenología de los diferentes *taxa* encontrados y se analizan las diferencias en términos de diversidad entre las tres formaciones. Los resultados de este proyecto pretenden contribuir al conocimiento de la entomofauna saproxílica en paisajes culturales mediterráneos y su función como descomponedores en estos sistemas manejados.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Estación Biológica de Torretes, Ibi, en el sudeste de la península Ibérica (provincia de Alicante).

La Estación Biológica de Torretes se encuadra entre las coordenadas X=714402; Y=4280093, en el paraje denominado Les Torretes. Cuenta con 53 ha, cuya parte más elevada, un quinto del

total, se encuentra dentro de los límites del Parque Natural del Carrascal de la Font Roja. Además, 20 ha han sido declaradas microrreserva de flora, y toda la finca junto con el paraje de San Pascual conforman un paraje municipal protegido y una reserva de fauna (Memoria de la Microreserva de Flora Mas de Torretes).

La zona en la que se sitúa la Estación Biológica presenta una altitud de entre 950 y 1100m. Tiene una media de precipitación anual de 450mm y la temperatura media anual es de 13°C, alcanzando mínimas de -11°C y máximas de 43°C, con un largo periodo de heladas probables desde el mes de Octubre hasta principios de Mayo. Por tanto, nos movemos entre los pisos mesomediterráneo seco y el supramediterráneo subhúmedo, cuya vegetación potencial es un carrascal del *Hedero-Quercetum rotundifoliae*, con algunos caducifolios en los puntos más umbrosos (Memoria de la Microreserva de Flora Mas de Torretes).

La orografía que presenta el lugar es escarpada y con grandes abarrancamientos que producen algunas paredes rocosas, ricas en especies de roquedos. Esto es debido a que los materiales geológicos más frecuentes son las calizas blancas y margosas, así como las calizas arrecifales y pararrecifales.

Entre los principales tipos de vegetación presentes en la zona de estudio se encuentran el encinar, el pinar y los cultivos arbóreos.

La vegetación potencial de la zona es el carrascal aunque en la actualidad se encuentran especies vegetales de escalones anteriores en la sucesión como matorrales de *Genista scorpius*, *Rosmarinus officinalis*, *Ulex parviflorus* y algunos arbustos como el coscojar con espinos (*Quercus coccifera* y *Rhamnus licioides*). Es decir, se conforma un carrascal abierto diferenciándose del bosque maduro en que las especies de matorral que conformarían la orla se convierten en dominantes con plantas más bajas, espinosas y amargas. Se encuentra también matorral bajo con aliagas (*Ulex parviflorus*, *Genista scorpius*, *Cistus clusii*, *Cistus albidus*, *Rosmarinus officinalis*). En la parte más elevada de la Estación Biológica, formando parte del matorral bajo, se encuentra la subespecie vegetal endémica *Salvia blancoana subsp. mariolensis*. Del bosque maduro quedan indicadores como las plantas trepadoras o lianas *Clematis flammula*, *Rubus ulmifolius* y *Rubia peregrina*. En el barranco y la umbría hay algunas especies vegetales caducifolias como *Fraxinus ornus*, *Acer granatensis* y *Quercus faginea* que forman parte de una comunidad distinta pero que no se encuentra cerrada ni bien desarrollada por encontrarse la Estación Biológica en una zona de solana (con dominancia de espartales). De esa vegetación de umbría quedan arbustos que son de hoja perenne como el madroño (*Arbutus unedo*) o el durillo (*Viburnum tinus*).

En las zonas rocosas, debido a la escasa profundidad del suelo, la vegetación potencial son los sabinares de sabina mora (*Juniperus phoenicea*) muy abiertos, con ajedrea (*Satureja montana*) y espartales que ocupan las bolsas de tierra que hay entre la roca.

También encontramos pinares en la Estación Biológica tratándose de la formación vegetal más abundante en la zona, ocupando las laderas de las sierras de Menechaor y del Cuartel. No es una zona de repoblación típica pero hay más individuos de pino de lo que cabría esperar de forma natural. Aun así, encontramos individuos espontáneos y otros que posiblemente se hayan ido extendiendo por el carboneo y otras labores humanas.

La vegetación asociada a cultivos arbóreos, cultivos de cereal y anuales de secano, principalmente de almendros y algunos frutales, es la que más protagonismo tiene en el término por presentar éste la mayoría de su superficie ocupada. El cultivo de almendro fue abandonado entre 25 y 30 años antes de que los actuales encargados de la Estación Biológica empezasen a gestionarla en el 2003, por lo que muchos árboles murieron y otros quedaron muy descuidados. A día de hoy se está cultivando, podando y realizando laboreos y abonados para intentar conseguir su recuperación.

La realización del trabajo se dividió en 3 fases: obtención, separación e identificación de muestras.

Obtención de muestras

Para la obtención de las muestras a estudiar, se colocaron trampas en las 3 principales formaciones de arbolado de la zona como representación del bosque Mediterráneo: pinar, frutales (cultivo de almendro) y encinar.

El grupo de los coleópteros saproxílicos es muy rico en especies mayoritariamente pequeñas, crípticas y difíciles de muestrear. Aunque tradicionalmente se han utilizado diferentes técnicas para la captura de estos individuos, nuestro muestreo se realizó utilizando trampas de ventana (window flight traps), ya que son las más efectivas y utilizadas en la actualidad para la captura de coleópteros saproxílicos voladores (Okland, 1996; Bouget *et al.*, 2008). Estas trampas constan de dos láminas cruzadas en forma de aspas y un embudo debajo donde caen los individuos cuando chocan con las aspas. Los individuos quedaban colectados en un bote situado debajo del embudo que contenía propilenglicol como líquido conservante no atrayente (Figuras 2a, 2b y 2c). Se realizaron 4 réplicas en cada una de las formaciones de arbolado resultando en un total de 12 trampas de muestreo (Figura 1). Todas las trampas se colocaron colgadas de una rama de cada árbol (de un diámetro medio) a una altura mínima de 1,5m respecto al suelo y a menos de

30cm de su tronco (Figuras 2a, 2b y 2c). Se realizó además una medición de los perímetros de cada uno de los árboles en los que estaban colocadas las trampas, a 30 y 130 cm de altura (Tabla 2). Este factor puede afectar a la capacidad de albergar coleópteros saproxílicos por parte de los árboles además de ser un subrogado de la edad de los mismos.

Para la recolección de las trampas se cambiaba el bote con los individuos colectados por otro nuevo (Figura 3). Todas las trampas fueron colectadas mensualmente durante un periodo de 6 meses (desde el 17 de Noviembre de 2015 hasta el 15 de Mayo de 2016).

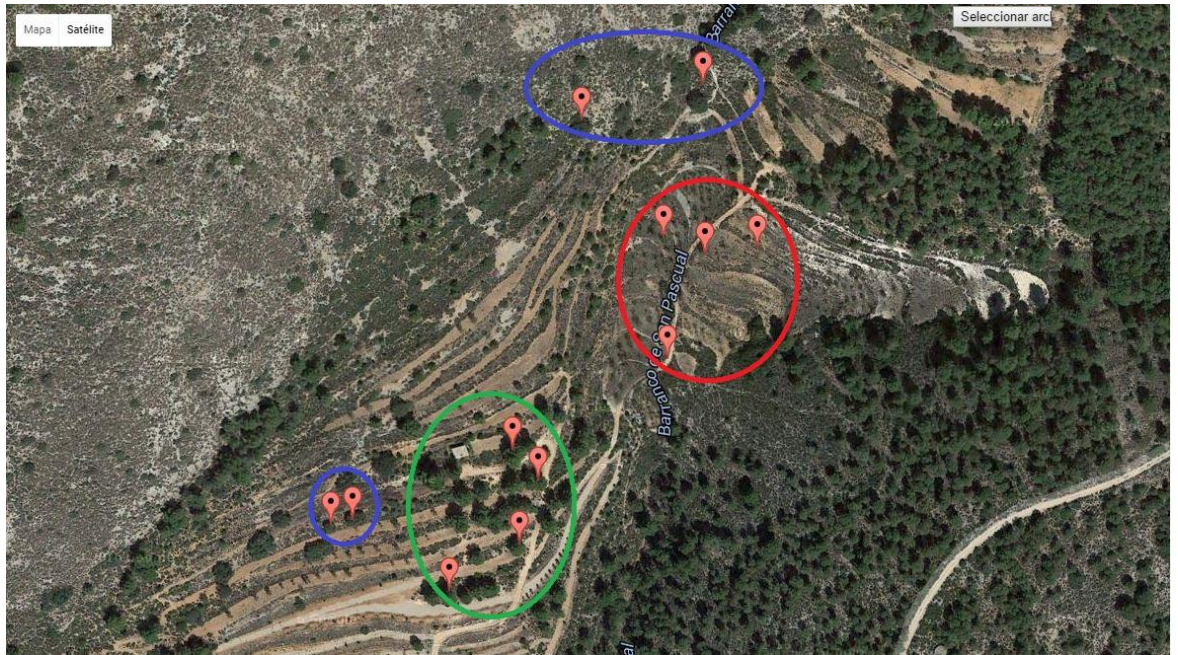


Figura 1 Mapa de la zona total de muestreo. En rojo están rodeadas las muestras colocadas en el cultivo de almendro, en verde las colocadas en pino y en azul las colocadas en encinar.



Figura 2a Trampa colocada en la masa vegetal de pinar.



Figura 2b Trampa colocada en el cultivo de almendros.



Figura 2c Trampa colocada en la formación vegetal de encinar.



Figura 3 Recolección y cambio de las muestras.

Separación e identificación de muestras

Primero se separaron cada una de las muestras en individuos pertenecientes o no al orden Coleoptera al ser los interesantes para el estudio. Se vaciaban los botes en una bandeja para la correcta visualización y separación con la ayuda de claves y una lupa (Figura 4).



Figura 4 Bandeja con el contenido de una de las trampas colectadas.

Una vez las muestras estaban separadas, se identificó el material a nivel familia con la ayuda de una guía ilustrada (Ferret-Bouin, 1995) (Figura 5). Asimismo, se ha recopilado información bibliográfica sobre la biología de las familias colectadas, para ello se ha consultado (Kitayama, 1982; Werner, 1995; Ehnström and Axelsson, 2002; Micó et al., 2013; Leschen et al., 2010; Dorsey, 1943; De la Rosa, 2014; Steiner, 1984; Frank, 1997; Leschen and Beutel, 2014).



Figura 5 Ejemplo de identificación de las familias de coleópteros.

En el Anexo I se presenta el cronograma de las actividades realizadas a lo largo del trabajo y en el Anexo II el cronograma del estudio que se va a seguir realizando hasta completar un año de muestreo.

Resultados

Se identificaron un total de 29 familias de coleópteros con un total de 723 individuos, de las cuales 22 (655 individuos) presentan hábitos saproxílicos (Tabla 1).

Familia	Número de individuos
Anthicidae	1
Buprestidae	3
Cantharidae	1
Carabidae	44
Cerambycidae	2
Cryptophagidae	58
Curculionidae	90
Dasytidae	102
Elateridae	23
Eucinetidae	1
Laemophloeidae	1
Latridiidae	9
Leiodidae	5
Melandryidae	1
Mycetophagidae	1
Nitidulidae	17
Phalacridae	4
Ptinidae	63
Rhipiphoridae	2
Scolytidae	30
Staphylinidae	164
Tenebrionidae	31

Tabla 1. Familias identificadas y número de individuos pertenecientes a cada una de ellas.

A continuación se presenta una descripción de la biología de las familias de coleópteros saproxílicos obtenidas. Dichas descripciones se han realizado mediante recopilación bibliográfica (ver material y métodos):

Anthicidae

Las larvas de esta familia se encuentran sobre vegetación decadente en el suelo, donde se alimentan a base de hongos, restos vegetales o incluso se comportan como depredadores oportunistas (Kitayama, 1982). Los adultos son carroñeros o depredadores, alimentándose de pequeños invertebrados o de restos vegetales (Werner, 1995).

Buprestidae

Familia de hábitos alimentarios fitófagos o fundamentalmente xilófagos (Micó *et al.*, 2013). Típicamente estas especies colonizan árboles o ramas recién muertos, cuando el cambium todavía contiene savia y células con un citoplasma rico en nutrientes (Ehnström and Axelsson, 2002). Algunas especies pueden ser perjudiciales para la agricultura y el medio forestal (Micó *et al.*, 2013).

Cantharidae

Especies principalmente de hábitats boscosos. Las larvas se desarrollan en microhábitats con una elevada humedad relativa como entre la hojarasca, restos vegetales, entre la corteza o en troncos en descomposición (Leschen *et al.*, 2010). La mayoría de las larvas de esta familia son depredadores que se alimentan de los fluidos de sus presas (Dorsey, 1943). Los adultos suelen depredar otros insectos o alimentarse de néctar o polen (Leschen *et al.*, 2010).

Carabidae

Agrupada a más de 40.000 especies, siendo una de las más diversas entre los coleópteros. 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 (Micó *et al.*, 2013).

Cerambycidae

Las larvas son endófitas, 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 (Micó *et al.*, 2013). Sólo en Europa hay más de 500 cerambícidos saproxílicos (Speight, 1989).

Cryptophagidae

La mayoría de las especies viven en el humus, productos alimenticios almacenados, nidos de insectos, aves o mamíferos, hongos, etc. (Micó *et al.*, 2013). Aunque no todas, muchas especies son micófagas (Koch, 1989).

Curculionidae

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 (Micó *et al.*, 2013). La mayoría de las especies de curculiónidos son xilófagas o micófagas (De la Rosa, 2014).

Dasytidae

Suele tener larvas depredadoras de otros xilófagos y los adultos pueden ser polinizadores, florícolas o depredadores pero su biología no es muy conocida (De la Rosa, 2014).

Elateridae

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 (Micó *et al.*, 2013). Las larvas suelen ser depredadoras de pequeños insectos (De la Rosa, 2014). En algunos casos, pueden ocasionar daños en la agricultura.

Eucinetidae

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 (Micó *et al.*, 2013).

Laemophloeidae

Algunas especies viven bajo la corteza de árboles, alimentándose de larvas de insectos. Otras viven sobre productos almacenados de origen vegetal actuando como plagas (Micó *et al.*, 2013).

Latridiidae

Se encuentran en restos vegetales en proceso de descomposición. Esta familia se ve representada por especies sobre todo micetófagas pero también florícolas, nidícolas y subcorticólicas (Micó *et al.*, 2013).

Leiodidae

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 (Micó *et al.*, 2013).

Melandryidae

Tanto adultos como larvas generalmente son encontrados en madera u hongos en descomposición (Micó *et al.*, 2013). Suelen ser micetófagos o xilófagos (De la Rosa, 2014).

Mycetophagidae

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 (Micó *et al.*, 2013).

Nitidulidae

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 (Micó *et al.*, 2013).

Phalacridae

Tanto los adultos como las larvas se asocian, según los diferentes géneros, a los capítulos de las Compuestas y a hongos Ascomicetos y Basidiomicetos primitivos (Steiner, 1984).

Ptinidae

De régimen preferentemente xilófago, viviendo en la madera muerta. Hay un grupo notable por su acusada polifagia que ataca productos almacenados de interés comercial. También pueden desarrollarse en excrementos secos de grandes herbívoros (Micó *et al.*, 2013). Muchas especies desarrollan una biología ligada a los árboles o a masas forestales (De la Rosa, 2014).

Rhipiphoridae

Todos los rhipifóridos cuyos ciclos de vida se han estudiado son endoparásitos de los estadios inmaduros de otros insectos en algún momento de su desarrollo. Las larvas de algunas especies son perforadoras de la madera y sean capaces de localizar a un huésped en el que se introducen. Una vez dentro del huésped, se alimentan internamente de este y aumentando mucho de tamaño. Los hábitos alimenticios de los adultos no se conocen bien, pero probablemente muchas especies se alimenten de néctar o no se alimenten (Leschen, 2010).

Staphylinidae

Los adultos de la mayoría de las especies son nocturnos o al menos huyen de la luz durante las horas del día. Larvas y adultos de la mayoría de las especies son depredadores facultativos, pero algunos son depredadores especialistas. Algunos se alimentan de hongos o de materia orgánica en descomposición (Frank, 1997).

Scolytidae

El desarrollo y la alimentación larvaria de esta familia se basa en diferentes tipos de sustratos leñosos pero principalmente en troncos y ramas de árboles muertos y arbustos (Leschen and Beutel, 2014). La mayoría de las especies se relacionan con la corteza de los árboles y tienen una asociación facultativa u obligada con hongos que les aportan determinados nutrientes (Beaver, 1989). Los adultos crean túneles en los tejidos de la planta hospedadora y excavan nichos para el apareamiento y túneles para los huevos. Los túneles ofrecen protección frente a los depredadores y los parasitoides además de proporcionar un recurso muy valioso para insectos colonizadores secundarios (Leschen and Beutel, 2014).

Tenebrionidae

Predominantemente detritícolas, aunque encontramos especies mirmecófilas, saprófagas con tendencia hacia la coprofagia, depredadoras de larvas de xilófagos, micófagas, etc. Los adultos normalmente son de hábitos nocturnos, aunque algunas especies de las subfamilias Alleculinae y Lagrinae son diurnas y de hábitos florícolas (Micó *et al.*, 2013).

En la Tabla 2, se puede observar que el perímetro de los pinos utilizados para colocar las trampas es mayor que el de los almendros y el de las encinas. Sin embargo, el perímetro entre encinas y almendros es prácticamente idéntico. Además, tanto los pinos como las encinas presentaban cortezas más íntegras y en mejor estado que los almendros, que presentaban más heridas, oquedades y grietas en sus cortezas.

Formación vegetal	Trampa	Perímetro a 30 cm (cm)	Perímetro a 130 cm (cm)
Pinar	P1	138	126
	P2	139	128
	P3	151	115
	P4	165	137
Cultivo de almendro	A1	118	71
	A2	99	62
	A3	151	71
	A4	108	105
Encinar	E1	74	83
	E2	97	88
	E3	120	113
	E4	161	90

Tabla 2 Perímetro a 30 y 130 cm de cada uno de los árboles en los que había colocada una trampa.

El primer análisis que se realizó con las muestras, obtenidas de la forma anteriormente expuesta, es una comparación de la cantidad de familias de coleópteros saproxílicos que han albergado cada una de las formaciones arbóreas a lo largo del presente estudio. Como se puede observar en la Figura 6, la formación arbórea con mayor número de familias de coleópteros saproxílicos es el cultivo de almendro con un total de 22 familias. Por otro lado, el pinar es la formación que menos familias albergó en este periodo de estudio con 13 familias, una menos que el encinar con 14.

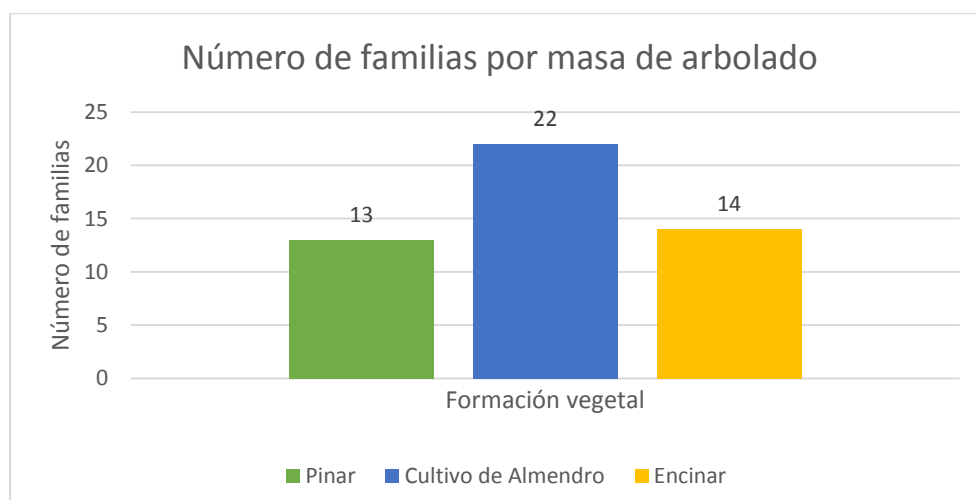


Figura 6 Representación del número de familias de coleópteros saproxílicos recogidas en el total del periodo de estudio en cada una de las masas de arbolado.

De la misma manera, se analizó el número total de individuos que se muestrearon en cada una de las formaciones vegetales durante el periodo de estudio (Figura 7). Como sucede con el número de familias, el número de individuos es máximo en el cultivo de almendro con un total de 252. Sin embargo, pese a que el número de familias es superior en el encinar (Figura 6), el número de individuos en esta masa de arbolado es inferior que en el pinar, con 198 y 205 individuos respectivamente durante todo el transcurso del estudio.

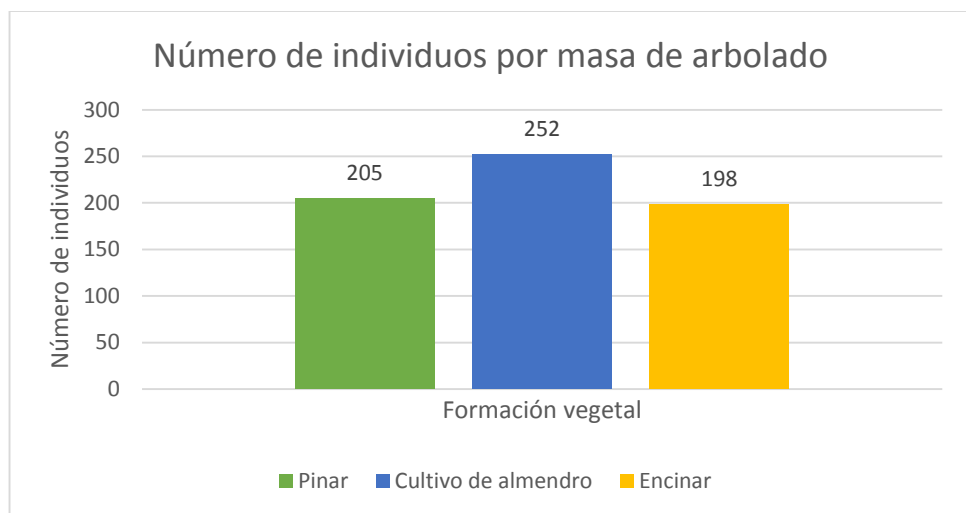


Figura 7 Representación del número total de individuos presentes en cada una de las formaciones vegetales durante el periodo de estudio.

Se llevó a cabo un estudio fenológico para analizar la relación entre los factores ambientales y los ciclos de vida de los coleópteros. En la Figura 8 se representan el número total de individuos y de familias recolectados en las 3 masas de arbolado cada mes, durante todo el periodo de estudio. La trayectoria que siguen tanto el número de familias como el de individuos es similar, disminuyendo en los meses de invierno y presentando valores mínimos en Enero (9 familias y 27 individuos). A partir de Febrero comienza a haber un aumento en el número de individuos de manera continuada hasta el mes de Abril en el que se colectaron 196 individuos. El número de familias por su parte, se estabiliza en los meses de Febrero y Marzo y presenta un aumento en Abril, llegando a su máximo con 17 familias. En el mes de Mayo se observa que el aumento en el número de individuos continúa pero de forma menos acusada, presentando su valor máximo con 225 individuos. Sin embargo, el número de familias sufre un descenso en este mes habiéndose muestreado 13 familias de coleópteros saproxílicos.

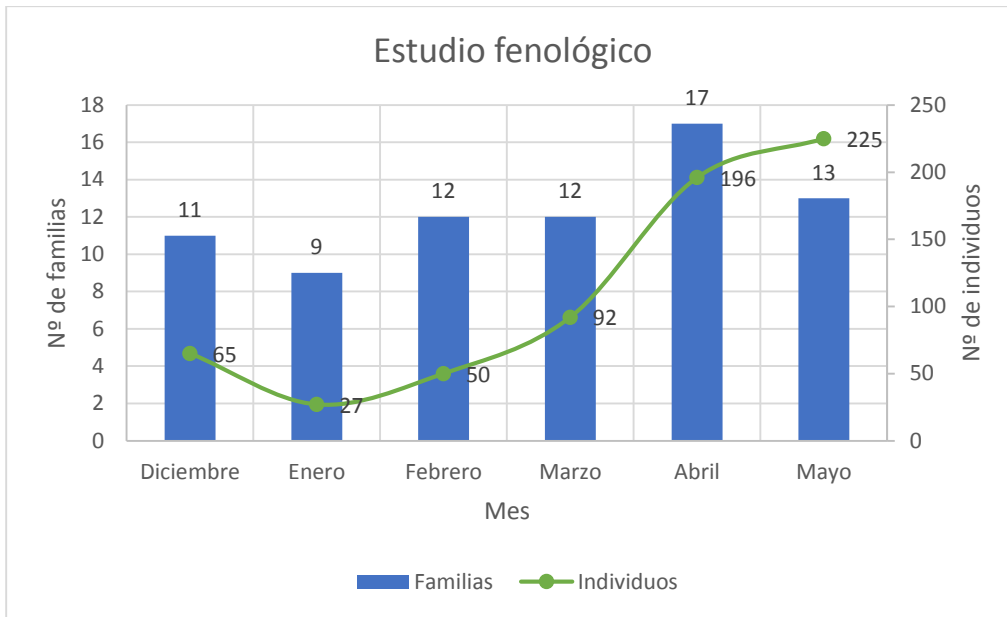


Figura 8 Representación del estudio fenológico teniendo en cuenta el número total de individuos y el número de familias recolectados cada mes a lo largo de todo el periodo de estudio.

También se analizó qué familias eran comunes a algunas o todas las formaciones vegetales y cuáles eran exclusivas de cada masa de arbolado. Como se aprecia en la Figura 9, del total de familias, 13 son comunes a todas las masas vegetales: Carabidae, Cryptophagidae, Curculionidae, Dasytidae, Elateridae, Leiodidae, Latridiidae, Nitidulidae, Phalacridae, Ptinidae, Scolytidae, Staphylinidae y Tenebrionidae. El cultivo de almendros alberga 8 familias que no se encuentran en las otras dos masas de arbolado: Anthicidae, Buprestidae, Cantharidae, Eucinetidae, Laemophloeidae, Melandryidae, Mycetophagidae y Rhipiphoridae. Ni en encinar ni el pinar presentaron familias exclusivas, pero se observa que hay una familia únicamente compartida entre el encinar y el cultivo de almendro, la familia Cerambycidae.

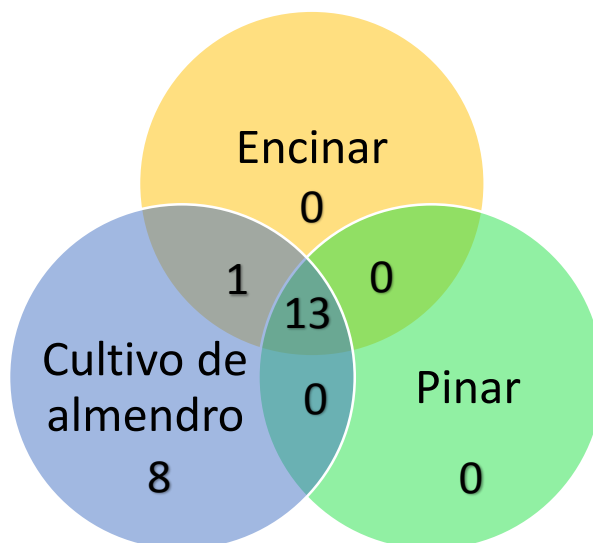


Figura 9 Representación del número de familias que habitaban exclusivamente en una masa de arbolado y aquellas que se comparten entre dos de ellas o entre todas.

Se identificaron además 8 familias de coleópteros no saproxílicos y un total de 68 individuos que se representan en la Tabla 3.

Familia	Número de individuos
Aphodidae	7
Apionidae	13
Bruchidae	1
Chrysomelidae	5
Cerambycidae	26
Coccinellidae	9
Melolonthidae	5
Scarabeidae	2

Tabla 3 Familias de coleópteros no saproxílicos y número de individuos colectados a lo largo de todo el periodo de estudio.

Discusión

El presente trabajo constituye la primera aproximación al estudio de los coleópteros saproxílicos en agrosistemas en la provincia de Alicante. De la comparación de la fauna colectada en las distintas masas de arbolado dominantes en la estación biológica de Torretes (Ibi, Alicante) se deduce que la formación vegetal compuesta por el cultivo de almendros es la que alberga un mayor número tanto de familias como de individuos de coleópteros saproxílicos (Figuras 1, 2 y 4). Además, es la única formación que presenta familias de forma exclusiva, actuando como

reservorio de biodiversidad. Esto puede explicarse por las diferencias que existen en la estructura de los 3 agrosistemas estudiados, la composición de especies de árboles de cada uno de ellos y la estructura individual de los árboles que se desarrollan en cada uno de los ecosistemas ya que todas estas características determinan las comunidades de saproxílicos (Müller and Goßner 2010; Goßner *et al.*, 2008; Müller *et al.*, 2012). En este caso, los individuos de almendro que conforman el cultivo son los más dañados a causa de su abandono en el pasado, presentando más oquedades, heridas y con la corteza en peor estado ofreciendo en definitiva una mayor variedad de microhábitats que los coleópteros saproxílicos pueden utilizar. Se podría pensar que el mayor tamaño del tronco de los pinos debería ser una causa para albergar un mayor número de familias y una mayor abundancia de coleópteros saproxílicos, pero el hecho de que su tronco se conserve más íntegro (con menos oquedades y en mejor estado) reduce la heterogeneidad de microhábitats, dificultando así la proliferación de estos invertebrados. Por su parte, los ejemplares de encina que están presentes en la Estación Biológica de Torretes, son en su mayoría rebrotes con pies pequeños, jóvenes y aislados pero en buen estado, dificultando que exista una biodiversidad de saproxílicos tan elevada como en el cultivo de almendros. Esto se ve sustentado por el hecho de que los bosques primitivos aportan un número menor de endemismos y alberga una biodiversidad inferior que las formaciones que los sustituyen debido al intenso manejo humano que han sufrido los ecosistemas mediterráneos (Marco, 2007).

Respecto al análisis fenológico realizado, el mayor número de familias se colectaron en primavera con un máximo de 17 familias y 196 individuos. Una posible explicación a este hecho es que las larvas pueden encontrarse en el interior de los microhábitats formados en los árboles durante todo el año pero estas no pueden ser muestreadas con nuestro método. Sin embargo, los adultos (los individuos muestreados en este trabajo) salen de los refugios que habitan durante el periodo reproductivo en primavera-verano (Hórák and Chobot, 2011).

Cabe destacar que dada la benignidad del clima en la zona estudiada es recomendable muestrear durante todo el periodo anual para poder establecer relaciones fenológicas más amplias.

Conclusiones

Las áreas de cultivos actúan como reservorio de biodiversidad de uno de los grupos más amenazados de los bosques europeos, los coleópteros saproxílicos. Por ello, se deben preservar dichos cultivos aunque no se encuentren en condiciones de ser aprovechados para el beneficio

humano por encontrarse abandonados con tal de facilitar la creación de nichos y hábitats para estos invertebrados.

Además, se debe incentivar el manejo de los ecosistemas de forma tradicional ya que esto favorece la heterogeneidad de los agrosistemas mediterráneos y afecta positivamente a la biodiversidad de coleópteros saproxílicos.

Conclusions

Croplands act as biodiversity reservoir of one of the most threatened groups of European forests, saproxyllic beetles. That is why crops must be preserved although they are no longer profitable for human purposes or they are abandoned or in bad conditions in order to facilitate the creation of habitats and niches for those invertebrates.

In addition, ecosystems traditional management must be encouraged since it favours Mediterranean ecosystems heterogeneity and positively affects saproxyllic beetles biodiversity.

Bibliografía

AB Leschen R, Beutel RG. (2014) Handbook of Zoology, Coleoptera, beetles. Volume 3: Morphology and Systematics (Phytophaga). Editorial De Gruyter. 675 pp.

AB Leschen R, Beutel RG, Lawrence J. (2010) Handbook of Zoology, Coleoptera, beetles. Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim). Editorial De Gruyter. 786 pp.

Alexander KNA. (2004) Revision of the index of ecological continuity as used for saproxyllic beetles. *English Nature Research Report* 574.

Beaver RA. (1989) Insect-fungus relationships in the bark and ambrosia beetles. En: *Insect-Fungus Interactions*. Academic press Eds. 344 pp.

Blondel J, Vigne JD. (1984) Space, time and man as determinants of diversity of birds and mammals in the Mediterranean Region. En: *Species diversity in ecological communities*. The University of Chicago Press Eds. 416 pp.

Bouget C, Brustel H, Brin A, Noblecourt T. (2008) Sampling saproxyllic beetles with window flight traps: methodological insights. *Revue d'Ecologie* 10:21–32

Bugalho MN, Caldeira MC, Pereira JS, Aronson J, Pausas JG. (2011) Mediterranean cork oak savannas require human use to sustain biodiversity and ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9(5):278-286.

Cavalli R, Mason F. (2003) Techniques for reestablishment of dead wood for saproxyllic fauna conservation. *LIFE nature project NAT/IT/99/6245*.

Conservation International

<http://www.conservation.org/How/Pages/Hotspots.aspx>

- Davies ZG, Tyler C, Stewart GB, Pullin AS. (2007) Are current management recommendations for saproxylic invertebrates effective? A systematic review. *Biodiversity and Conservation* 17:209.
- De la Rosa Maldonado, JJ. (2014). Coleópteros saproxílicos de los bosques de montaña en el norte de la Comunidad de Madrid. Tesis doctoral Universidad Politécnica de Madrid, España, 300pp.
- Devore B. (2014) Habitat loss: Causes, impacts on biodiversity and reduction strategies. Editorial Nova Science Publishers Inc. 157 pp.
- Dorsey CK. (1943) The musculature of the labrum, labium, and pharyngeal region of adult and immature Coleoptera. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 103(7):42.
- Ehnström B, Axelsson R. (2002) Insektsgang i bar koch ved. *ArtDatabanken* 302.
- Ferret-Bouin P. (1995) Clé illustrée des familles des coléoptères de France. Tome 50. Editorial L'Entomologiste. 56 pp.
- Frank JH. (1997) Staphylinidae. *Las Familias de insectos de Costa Rica*. <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto54.html>
- García Antón M, Maldonado JC, Sainz Ollero H. (2002) Fitogeografía histórica de la península Ibérica. En: La Diversidad Biológica de España. Prentice Hall Eds. 398 pp.
- Geiser R. (1998) Rote Liste der Käfer (Coleoptera). *Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz* 55:168–230.
- Goßner M, Engel K, Jesse B. (2008) Plant and arthropod communities in young oak stands: are they determined by site history. *Biodiversity and Conservation* 17:3165–3180.
- Gouix N, Valladares L, Brustel H. (2008) Nouvelles observations de *Podeonius acuticornis* (Germar, 1824) en France (Coleoptera, Elateridae, Physorhinae). *Bulletin de la Société Entomologique de France* 113:231–237.
- Grove SJ. (2002) Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33:1–23.
- Hanski I, Hammond PM. (1995) Biodiversity in boreal forests. *Trends in Ecology and Evolution* 10:5–6.
- Hernández L, Romero F. (2009) Bosques españoles. Los bosques que nos quedan y propuestas de WWF para su restauración.
- Horák J, Chobot K. (2011) Phenology and notes on the behaviour of *Cucujus cinnaberinus*: points for understanding the conservation of the saproxylic beetle. *North-Western Journal of Zoology* 7(2):352-355.
- Kitayama CY. (1982) Biosystematics of anthicid larvae (Coleoptera: Anthicidae). *Coleopterists' bulletin* 36:76-95.
- Koch K. (1989) Die Käfer Mitteleuropas. *Ökologie* 1:440.

- Krivosheina MG. (2006) Taxonomic composition of dendrobiontic Diptera and the mine trends of their adaptive radiation. *Entomological Review* 86:557-567.
- Lucio JV, Gómez J. (2002) Percepción de la diversidad paisajística. En: La Diversidad Biológica de España Prentice Hall Eds. 398 pp.
- Marco Molina, JA. (2007) Transformaciones y alteraciones de los paisajes vegetales: de la Amazonía a la cuenca del Mediterráneo. En: Certificado en Alteración y Regeneración de Espacios Naturales. Alfa Delta Eds. Universitat de València. 77 pp.
- Médail F, Quézel P. (1997) Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 84:112-127.
- Memoria de la Microreserva de Flora Mas de Torretes (Ibi, Alicante). <http://torretes-jardinbotanico.com/> Última visita 23/05/2016.
- 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.
- Micó E, Marcos-García MA, Galante E. (2013) Los insectos saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 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.
- Mora RS, Amat EA. (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.
- Müller J, Goßner MM. (2010) Three-dimensional partitioning of diversity informs state-wide strategies for the conservation of saproxylic beetles. *Biological Conservation* 143:625–633.
- Müller J, Brunet J, Brin A, Bouget C, Brustel H, Bussler H, Förster B, Isacson G, Köhler F, Lachat T, Gossner MM. (2012) Implications from large-scale spatial diversity patterns of saproxylic beetles for the conservation of European Beech forests. *Insect Conservation and Diversity* 2:162-169.
- Myers N, Mittermeyer RA, Mittermeyer CG, Da Fonseca GAB, Kent J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 103:853–858.
- Nieto A, Alexander KNA. (2010) European Red List of saproxylic beetles. Publications Office of the European Union.
- Okland B. (1996) A comparison of three methods of trapping saproxylic beetles. *European Journal of Entomology* 93(2):195-209.
- Pons A, Quézel P. (1985) The history of the flora and vegetation and past and present human disturbance in the Mediterranean region. En: Plant conservation in the Mediterranean area. Springer Eds. 284pp.

- Pons A, Suc JP. (1980) Les témoignages de structures de végétation Méditerranéennes dans le passé antérieur à l'action de l'homme. *Naturalia Monspeliensia* 69–78.
- Quézel P, Médail F. (2003) Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Editorial Lavoisier. 576 pp.
- Quinto J, Marcos-García MA, Díaz-Castelazo C, Rico-Gray V, Galante E, Micó E. (2015) Association patterns in saproxylic insect networks in three Iberian Mediterranean woodlands and their resistance to microhabitat loss. *PLoS ONE* 10(3).
- Ramírez-Hernández A, Micó E, Galante E. (2014a) Temporal variation in saproxylic beetle assemblages in a Mediterranean ecosystem. *Journal of Insect Conservation* 18(5):993-1007.
- Ramírez-Hernández A, Micó E, Marcos-García MA, Brustel H, Galante E. (2014b) The "dehesa", a key ecosystem in maintaining the diversity of Mediterranean saproxylic insects (Coleoptera and Diptera: Syrphidae). *Biodiversity and Conservation* 23(8): 2069-2086.
- Rassi P, Kaipainen H, Mannerkoski I, Ståhls G. (1992) Report on the monitoring of threatened animals and plants in Finland. Ministry of the Environment, Helsinki.
- Reille M, Triat-Laval H, Vernet JL. (1980) Les témoignages des structures actuelles de végétation méditerranéenne durant le passé contemporain de l'action de l'homme. *Naturalia Mospeliensia* 79–87.
- Rubio de Miguel I. (2011) Domesticación y modelos para la Neolitización de la Cuenca Mediterránea. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología* 37–38:139–152.
- Shi H, Singh A, Kant S, Zhu Z, Waller E. (2005) Integrating habitat status, human population pressure, and protection status into biodiversity conservation priority setting. *Conservation Biology* 19(4):1273–1285.
- Siitonen J. (2001) Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49:11–42.
- Speight MCD. (1989) Saproxylic invertebrates and their conservation. *Nature and Environment Series* 46, Council of Europe.
- Steiner WE. (1984) A review of the biology of phalacrid beetles. En: Fungus-Insect Relationships, Perspectives in Ecology and Evolution. Columbia University Press Eds. 514 pp.
- Stokland JN. (2012) Wood decomposition. En: Biodiversity in dead wood. Cambridge Eds. 509 pp.
- Thirgood JV. (1989) Man's impact on the forests of Europe. *Journal of World Forest Resource Management* 4:127–67.
- Werner FG, Chandler DS. (1995) Anthicidae (Insecta: Coleoptera). Fauna of New Zealand. Editorial Manaaki Whenua Press. 67 pp.
- Willcox GH. (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: The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe. Left Coast Press Eds. 462 pp.

Willcox GH, 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: *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales Eds. 590 pp.