



ATLAS DE LOS COLEÓPTEROS ACUÁTICOS DE ESPAÑA PENINSULAR



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

Madrid, 2014



Aviso legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha en su caso, de la última actualización.

El Atlas de los coleópteros acuáticos de España peninsular que se presentan en esta obra ha sido promovido por el equipo de Ecología Acuática de la Universidad de Murcia y financiado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Dirección técnica del proyecto

Ricardo Gómez Calmaestra
Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural

Realización y producción

Grupo Tragsa

Coordinación general de la obra

Andrés Millán

Autores

Andrés Millán¹, David Sánchez-Fernández², Pedro Abellán¹, Félix Picazo¹, José Antonio Carbonell¹, Jorge Miguel Lobo³ e Ignacio Ribera².

¹ Departamento de Ecología e Hidrología (Facultad de Biología, Universidad de Murcia), Campus de Espinardo, 30100 Murcia.

² Institut de Biologia Evolutiva (CSIC-Universitat Pompeu Fabra), Passeig Marítim de la Barceloneta 37-49, 08003 Barcelona.

³ Departamento de Biogeografía y Cambio Global (Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC), Jose Gutierrez Abascal 2, 28006 Madrid.

A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:

Millán, A.; Sánchez-Fernández, D.; Abellán, P.; Picazo, F.; Carbonell, J.A.; Lobo, J.M. y Ribera, I. 2014. Atlas de los coleópteros acuáticos de España peninsular. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 820 pp.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Diseño: María Calvar

Maquetación: Eva Vallejo y Francisco José Zafra

Impresión y encuadernación: Composiciones RALI, S.A.

Fotografía de portada: Ecología Acuática (Universidad de Murcia)

NIPO: 280-14-225-6 (en línea)

NIPO: 280-14-200-5 (papel)

ISBN: 978-84-491-1418-2

Depósito Legal: M-34128-2014

Distribución y venta:

Paseo de la Infanta Isabel, 1
28014 Madrid
Teléfono: 91 347 55 41
Fax: 91 347 57 22

Tienda virtual: www.magrama.es
centropublicaciones@magrama.es

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

Datos técnicos: Formato: 17 x 24 cm. Caja de texto: 14,1 x 20 cm. Composición: dos columnas. Tipografía: Folks-Light.

Papel: Interior en estucado semimate 100 g. Cubierta cartón forrado al cromo de 275 mm.; cliché brillo 150 g.

Tintas: 4/0 más barniz. Encuadernación: tapa dura.



El certificado FSC® (Forest Stewardship Council®) asegura que la obra virgen utilizada en la fabricación de este papel procede de masas certificadas con las máximas garantías de una gestión forestal social y ambientalmente responsable y de otras fuentes controladas. Consumiendo papel FSC® promovemos la conservación de los bosques del planeta y su uso responsable.

PRÓLOGO AL ATLAS DE LOS COLEÓPTEROS ACUÁTICOS DE ESPAÑA

Han transcurrido ya 15 años desde que, a finales de la década de los 90, el Ministerio acometió la elaboración de Atlas y Libros Rojos. En este tiempo, hemos pasado de una información escasa, muy dispersa e incompleta sobre algunas especies, a disponer de información exhaustiva sobre la distribución y el estado de conservación de muchos grupos taxonómicos. De este modo, conocemos bien la distribución y el estado de conservación de los vertebrados y de las plantas vasculares más amenazadas, y, en mucha menor medida, de algunos de los invertebrados y de la flora no vascular. Además, se han sentado las bases normativas (Ley 42/2007, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, Real Decreto 556/2011, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad) para ir desarrollando paulatinamente el conocimiento aplicable a la conservación de nuestra biodiversidad.

De cada 10 especies en la tierra, aproximadamente 7 son invertebrados. Pero esta importancia cuantitativa, que además se corresponde con su importancia ecológica, no ha tenido todavía, salvo contadas excepciones, el reflejo necesario en las políticas y actuaciones de conservación. Por eso, desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente se ha impulsado, en los últimos años, la elaboración de instrumentos para un mayor conocimiento de los invertebrados españoles. Fruto de ese trabajo ya existen dos atlas y libros rojos que contemplan los invertebrados terrestres más amenazados. Siguiendo esta línea de trabajo, me complace presentar una nueva aportación dedicada a los invertebrados: el Atlas de los Coleópteros Acuáticos de España peninsular,

un grupo muy numeroso y con una importante presencia de formas endémicas en España.

Este nuevo Atlas supone, además, centrar la atención en el medio acuático y en la importancia de su conservación. No solo se trata de conservar los ríos y humedales, tarea encomiable en la que se ha avanzado muchísimo en las últimas décadas. Debe también prestarse atención a otros ecosistemas más modestos que, como los arroyos salinos o charcas de montaña, pueden acoger especies de gran singularidad. Además, la riqueza y notable capacidad adaptativa de estas especies les convierten en importantes indicadores de los medios que ocupan y de su biodiversidad.

El Atlas de los Coleópteros Acuáticos incluye información muy valiosa sobre especies amenazadas, endemismos, distribución, genética y otras cuestiones. Por todo ello, debe reconocerse el encomiable esfuerzo y trabajo desarrollado por los autores y por los numerosos colaboradores del libro, que permitirá sin duda potenciar la conservación de este grupo de especies en nuestro territorio

Guilhermina Yanguas Montero

Directora General de Calidad y Evaluación
Ambiental y Medio Natural



PRESENTACIÓN

Uno de los principales retos a los que se enfrenta la humanidad es el derivado de la llamada "crisis de la biodiversidad". Este fenómeno hace referencia a la creciente aceleración de la tasa de extinción de especies como resultado de las actividades humanas (especialmente intenso en las últimas décadas), provocando una pérdida irreversible de información biológica que podría tener consecuencias impredecibles (Rands et al., 2010). De hecho, la conservación de la diversidad biológica ha llegado a convertirse en una preocupación global y un objetivo prioritario. Para ello, sin embargo, es imprescindible conocer con la mayor precisión posible la distribución de la biodiversidad. En este sentido, los atlas de distribución de especies, además de representar un recurso de gran importancia para la investigación biológica, son una de las herramientas fundamentales que sirven de base a la mayoría de trabajos de gestión del medio natural e investigación en biología de la conservación.

Al hablar de biodiversidad, tenemos que hacer referencia ineludiblemente a los invertebrados, ya que éstos son, con diferencia, el grupo taxonómico más diverso del planeta (Barnes et al., 2001). Este grupo representa casi el 96 por ciento de las aproximadamente 1350000 especies animales descritas en el planeta, porcentajes que también se mantienen en la península ibérica (Ramos et al., 2001). Dentro de los invertebrados, los artrópodos en general y los coleópteros (vulgarmente denominados escarabajos) en particular, son el grupo zoológico con mayor número de especies de toda la biosfera. De hecho, un cuarto de todas las especies hasta ahora descritas pertenecen al orden de

los coleópteros, una proporción que probablemente aumentará a medida que se avance en el conocimiento de la fauna.

El interés que despiertan los invertebrados (tanto por su diversidad, como por el importante papel que desempeñan en los ecosistemas) no se corresponde con el escaso protagonismo que tradicionalmente han tenido en las políticas de conservación del medio natural, y su utilización en los estudios de ordenación del territorio ha sido prácticamente nula. Esto puede ser debido a que los datos acerca de la presencia y distribución de la mayoría de invertebrados, y en especial de los artrópodos, son bastante incompletos (Lomolino, 2004). Esta limitación es algo común en casi todo el planeta y para la mayoría de artrópodos, con la posible excepción de algunas especies emblemáticas y protegidas en Norteamérica y Europa.

La península ibérica, un reconocido punto caliente de biodiversidad a nivel mundial (Myers et al., 2000), alberga una de las mayores diversidades de especies del continente (Blondel y Aronson, 1999; Martín-Piera y Lobo, 2000), ya que contiene casi el 50% de las especies europeas de muchos grupos taxonómicos. En concreto, están citadas aproximadamente 47000 especies de insectos, lo que supone más del 80% del total de especies de su fauna (Ramos et al., 2001). En esta región tan interesante desde el punto de vista de la biodiversidad, sólo en las últimas décadas se ha empezado a sistematizar la información faunística para algunos grupos de invertebrados concretos. Merece la pena destacar grupos pioneros como los escarabeidos (BANDASCA: Lobo y Martín-Piera,



1991) o las mariposas (ATLAMAR: García-Barros et al., 2004). También merece especial atención la reciente publicación del Atlas y Libro Rojo de los invertebrados amenazados de España (Verdú y Galante, 2009; Verdú et al., 2011), en el que se presentan datos actualizados sobre la distribución, amenazas y propuestas de medidas de conservación para numerosas especies de artrópodos y moluscos incluidas en categorías de “en peligro crítico”, “en peligro” y “vulnerable” según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2001).

En el presente Atlas de los Coleópteros Acuáticos de España Peninsular nos centramos en el estudio de uno de los grupos de insectos más diversos desde un punto de vista taxonómico y ecológico. Se trata de organismos capaces de ocupar todos los tipos de ambientes acuáticos continentales, desde arroyos y lagunas hipersalinas a árboles huecos inundados tras las lluvias, pasando por lagos de alta montaña y pozas litorales (pequeños encharcamientos costeros producidos por las salpicaduras de las olas). Las maneras de vivir en el agua son también múltiples, con una gran variedad de formas de alimentación, locomoción, respiración, etc. (Picazo et al., 2012), como veremos más adelante. Así, los coleópteros acuáticos intervienen en muchos y muy diferentes procesos ecológicos (Merritt et al., 2008), desde el procesamiento de materia vegetal (viva o en descomposición), hasta su influencia en la comunidad acuática a través de sus hábitos carnívoros o necrófagos. Además, algunas especies de coleópteros acuáticos pueden originar plagas en cultivos (Angus, 1978). En su conjunto, son también excelentes indicadores de biodiversidad (Sánchez-Fernández et al., 2006a). Por tanto, se trata de un grupo que tiene, a menudo, un

papel ecológico preponderante (Jäch y Balke, 2008; Merritt et al., 2008), probablemente más acentuado en los ecosistemas acuáticos mediterráneos.

A pesar del interés que presenta este grupo de organismos acuáticos, la información disponible sobre su distribución ha sido tradicionalmente escasa y sesgada en países mediterráneos como España (Sánchez-Fernández et al., 2008b; Bruno et al., 2012), donde los inventarios para muchos de los grupos faunísticos, especialmente insectos, son incompletos o inexistentes. A esto habría que añadir que la mayor parte de los datos publicados se encuentran muy dispersos en la bibliografía, que además suele ser muy especializada y de acceso no inmediato (por no estar la mayor parte de ella incluida en el circuito de las revistas indexadas en catálogos internacionales), y que una gran cantidad de datos de campo todavía permanecen sin publicar. Todo esto ha dificultado el conocimiento completo y riguroso de la distribución geográfica de las especies de coleópteros acuáticos en España, a pesar de los numerosos esfuerzos que se están realizando en las últimas décadas para mejorar la información disponible sobre el grupo.

Aunque los primeros datos sobre coleópteros acuáticos en la península ibérica aparecen ya en el siglo XVIII (Asso, 1784), no es hasta la década de los 80 del siglo XX cuando se produce un aumento importante de trabajos que abordan el estudio de los coleópteros acuáticos, difíciles de resumir en unos pocos renglones (ver Ribera et al., 1999a; Ribera, 2000; Millán et al., 2002, 2006, 2011; Sánchez-Fernández et al., 2003; Abellán et al., 2004, para una recopilación de los trabajos más importantes). Sin embargo, en un ámbito nacional, sí que se pueden destacar a un grupo de investigado-

res que, actualmente, están contribuyendo a mejorar el conocimiento de estos insectos. Así, además de los numerosos trabajos llevados a cabo por los autores de este atlas, merece la pena destacar los estudios realizados por investigadores como Juan Antonio Régil-Cueto y Luis Felipe Valladares (Universidad de León), Josefina Garrido (Universidad de Vigo), Carmen Elisa Sáinz-Cantero (Universidad de Granada), Juan Antonio Delgado (Universidad de Murcia), o Juan Ángel Díaz-Pazos (Universidad de Santiago de Compostela). Junto a ellos, existe un buen número de especialistas que con su enorme y desinteresado esfuerzo han posibilitado un mejor conocimiento de los coleópteros acuáticos ibéricos. Entre estos, destacan los trabajos de (por orden alfabético): Pedro Aguilera (fallecido en 2009), Agustín Castro, de Córdoba; Íñigo Esteban, de Zaragoza; Javier Fresneda, del Pirineo leridano; y Carlos Hernando, de Barcelona. Finalmente, esta información se ha visto completada por los trabajos de contrastados especialistas extranjeros, derivados de sus frecuentes visitas al territorio peninsular, como Robert Angus (Museo Británico de Historia Natural, Londres), David T. Bilton (Universidad de Plymouth, Inglaterra), Hans Fery (especialista alemán en Dytiscidae), Garth Foster (británico, actualmente secretario de la asociación internacional "Balfour-Browne Club", dedicada al estudio de los coleópteros acuáticos y semiacuáticos), o Manfred Jäch (Museo de Historia Natural de Viena), entre otros.

Con el fin de reunir toda esta labor científica de décadas, en los últimos años se ha hecho el esfuerzo de compilar y homogeneizar en una base de datos (ESACIB: Sánchez-Fernández et al., 2008b, ver Capítulos 2 y 4 para más detalles) toda la información dispersa y, en ocasiones inédita, sobre la distribución de este

grupo en la península ibérica. Este proceso se ha realizado entre los grupos de investigación Ecología Acuática de la Universidad de Murcia y Water and Cave Beetle Evolution del Instituto de Biología Evolutiva de Barcelona (CSIC- Universitat Pompeu Fabra). Dicha base de datos constituye el punto de partida del presente atlas, con el que pretendemos ofrecer una imagen actualizada, lo más completa posible, de la distribución de todas las especies de coleópteros acuáticos presentes en España peninsular. Se trata, pues, de un documento esencial para tomar decisiones sobre la conservación de este grupo y la de sus hábitats. Además, el atlas también persigue introducir a los lectores en el mundo de los coleópteros acuáticos, a través de nociones generales sobre su biología y ecología (Capítulos 1 y 3), muestreo (Capítulos 1 y 4), identificación (Capítulos 1 y 3), amenazas (Capítulos 3, 5 y 6) y su uso en conservación (Capítulos 5, 7 y 8).



ÍNDICE GENERAL

Presentación del Atlas	7
1. Introducción	27
-Los coleópteros	28
-La invasión del medio acuático	28
-Clasificación	29
-Acuático o terrestre	30
-Los "auténticos" coleópteros acuáticos ibéricos	31
-Familias estudiadas	34
-Muestreo e identificación de los coleópteros acuáticos ibéricos	42
-Glosario	48
2. Área de estudio y metodología empleada	51
-Ámbito geográfico	52
-Origen de los datos	56
-Fotos de las especies	56
-Presentación de las fichas	56
-Caracterización molecular de las especies endémicas	60
-Distribución potencial de las especies endémicas	60
3. Catálogo y atlas	65
-Lista de especies	66
-ESPECIES NO ENDÉMICAS	
DYTISCIDAE	
<i>Acilius (Acilius) sulcatus</i> (Linnaeus, 1758)	84
<i>Acilius (Homoeolytrus) duvergeri</i> Gobert, 1874	85
<i>Agabus biguttatus</i> (Olivier, 1795)	86
<i>Agabus bipustulatus</i> (Linnaeus, 1767)	87
<i>Agabus brunneus</i> (Fabricius, 1798)	88
<i>Agabus conspersus</i> (Marsham, 1802)	89
<i>Agabus didymus</i> (Olivier, 1795)	90
<i>Agabus guttatus</i> (Paykull, 1798)	91
<i>Agabus heydeni</i> Wehncke, 1872	92

<i>Agabus labiatus</i> (Brahm, 1790)	93
<i>Agabus lapponicus</i> (C.G. Thomson, 1867)	94
<i>Agabus nebulosus</i> (Forster, 1771)	95
<i>Agabus paludosus</i> (Fabricius, 1801)	96
<i>Agabus ramblae</i> Millán y Ribera, 2001	97
<i>Agabus sturmii</i> (Gyllenhal, 1808)	98
<i>Agabus uliginosus</i> (Linnaeus, 1764)	99
<i>Bidessus coxalis</i> Sharp, 1882	100
<i>Bidessus goudotii</i> (Laporte de Castelnau, 1835)	101
<i>Bidessus minutissimus</i> (Germar, 1824)	102
<i>Bidessus pumilus</i> (Aubé, 1838)	103
<i>Boreonectes ibericus</i> (Dutton y Angus, 2007)	104
<i>Boreonectes multilineatus</i> (Falkeström, 1922)	105
<i>Colymbetes fuscus</i> (Linnaeus, 1758)	106
<i>Colymbetes schildknechti</i> Dettner, 1983	107
<i>Cybister (Cybister) tripunctatus africanus</i> Laporte de Castelnau, 1834	108
<i>Cybister (Melanectes) vulneratus</i> Klug, 1834	109
<i>Cybister (Scaphinectes) lateralimarginalis</i> (De Geer, 1774)	110
<i>Deronectes aubei sanfilippoi</i> Fery y Brancucci, 1997	111
<i>Deronectes delarouzei</i> (Jacquelin du Val, 1857)	112
<i>Deronectes fairmairei</i> (Leprieur, 1876)	113
<i>Deronectes hispanicus</i> (Rosenhauer, 1856)	114
<i>Deronectes moestus</i> (Fairmaire, 1858)	115
<i>Deronectes opatrinus</i> (Germar, 1824)	116
<i>Dytiscus circumflexus</i> Fabricius, 1801	117
<i>Dytiscus marginalis</i> Linnaeus, 1758	118
<i>Dytiscus pisanus</i> Castelnau, 1834	119
<i>Dytiscus semisulcatus</i> O.F. Müller, 1776	120
<i>Eretes griseus</i> (Fabricius, 1781)	121
<i>Graphoderus cinereus</i> (Linnaeus, 1758)	122
<i>Graptodytes aequalis</i> (Zimmermann, 1918)	123
<i>Graptodytes bilineatus</i> (Sturm, 1835)	124
<i>Graptodytes flavipes</i> (Olivier, 1795)	125
<i>Graptodytes fractus</i> (Sharp, 1882)	126
<i>Graptodytes ignotus</i> (Mulsant y Rey, 1861)	127
<i>Graptodytes varius</i> (Aubé, 1838)	128
<i>Herophydrus musicus</i> (Klug, 1834)	129
<i>Hydaticus (Hydaticus) seminiger</i> (De Geer, 1774)	130
<i>Hydaticus (Hydaticus) transversalis</i> (Pontoppidan, 1763)	131
<i>Hydaticus (Prodaticus) leander</i> (Rossi, 1790)	132

<i>Hydroglyphus geminus</i> (Fabricius, 1792)	133
<i>Hydroglyphus signatellus</i> (Klug, 1834)	134
<i>Hydroporus basinotatus</i> Reiche, 1864	135
<i>Hydroporus discretus</i> Fairmaire y Brisout de Barneville 1859	136
<i>Hydroporus foveolatus</i> Heer, 1839	137
<i>Hydroporus gyllenhalii</i> Schiödte, 1841	138
<i>Hydroporus incognitus</i> Sharp, 1869	139
<i>Hydroporus limbatus</i> Aubé, 1838	140
<i>Hydroporus lucasi</i> Reiche, 1866	141
<i>Hydroporus marginatus</i> (Duftschmid, 1805)	142
<i>Hydroporus memnonius</i> Nicolai, 1822	143
<i>Hydroporus nigellus</i> Mannerheim, 1853	144
<i>Hydroporus nigrita</i> (Fabricius, 1792)	145
<i>Hydroporus normandi normandi</i> Régimbart, 1903	146
<i>Hydroporus obsoletus</i> Aubé, 1838	147
<i>Hydroporus palustris</i> (Linnaeus, 1761)	148
<i>Hydroporus planus</i> (Fabricius, 1781)	149
<i>Hydroporus pubescens</i> (Gyllenhal, 1808)	150
<i>Hydroporus sabaudus sabaudus</i> Fauvel, 1865	151
<i>Hydroporus tessellatus</i> (Drapiez, 1819)	152
<i>Hydroporus vagepictus</i> Fairmaire y Laboulbène, 1855	153
<i>Hydrovatus clypealis</i> Sharp, 1876	154
<i>Hydrovatus cuspidatus</i> (Kunze, 1818)	155
<i>Hygrotus (Coelambus) confluens</i> (Fabricius, 1787)	156
<i>Hygrotus (Coelambus) impressopunctatus</i> (Schaller, 1783)	157
<i>Hygrotus (Coelambus) lagari</i> (Fery, 1992)	158
<i>Hygrotus (Coelambus) marklini</i> (Gyllenhal, 1813)	159
<i>Hygrotus (Coelambus) pallidulus</i> (Aubé, 1850)	160
<i>Hygrotus (Coelambus) parallelogrammus</i> (Ahrens, 1812)	161
<i>Hygrotus (Hygrotus) inaequalis</i> (Fabricius, 1777)	162
<i>Hyphydrus aubei</i> Ganglbauer, 1891	163
<i>Ilybius albarracinensis</i> (Fery, 1986)	164
<i>Ilybius ater</i> (De Geer, 1774)	165
<i>Ilybius chalconatus</i> (Panzer, 1796)	166
<i>Ilybius fuliginosus</i> (Fabricius, 1792)	167
<i>Ilybius hozgargantae</i> (Burmeister, 1983)	168
<i>Ilybius meridionalis</i> Aubé, 1837	169
<i>Ilybius montanus</i> (Stephens, 1828)	170
<i>Ilybius quadriguttatus</i> (Lacordaire, 1835)	171
<i>Laccophilus hyalinus</i> De Geer, 1774	172



<i>Laccophilus minutus</i> Linnaeus, 1758	173
<i>Laccophilus poecilus</i> Klug, 1834	174
<i>Liopterus atriceps</i> Sharp, 1882	175
<i>Liopterus haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1787)	176
<i>Meladema coriacea</i> Castelnau, 1834	177
<i>Metaporus meridionalis</i> Aubé, 1836	178
<i>Methles cribratellus</i> (Fairmaire, 1880)	179
<i>Nebrioporus canaliculatus</i> (Lacordaire, 1835)	180
<i>Nebrioporus ceresyi</i> (Aubé, 1838)	181
<i>Nebrioporus clarkii</i> (Wollaston, 1862)	182
<i>Nebrioporus elegans</i> (Panzer, 1794)	183
<i>Nebrioporus fabressei</i> (Régimbart, 1901)	184
<i>Nebrioporus luctuosus</i> (Aubé, 1838)	185
<i>Nebrioporus sansii</i> (Aubé, 1838)	186
<i>Oreodytes davisii davisii</i> (Curtis, 1831)	187
<i>Oreodytes sanmarkii alienus</i> (Sharp, 1873)	188
<i>Oreodytes septentrionalis</i> (Gyllenhal, 1827)	189
<i>Platambus maculatus</i> (Linnaeus, 1758)	190
<i>Rhantus (Rhantus) hispanicus</i> Sharp, 1882	191
<i>Rhantus (Rhantus) suturalis</i> (Macleay, 1825)	192
<i>Rhithrodytes bimaculatus</i> (Dufour, 1852)	193
<i>Scarodytes halensis</i> (Fabricius, 1787)	194
<i>Stictionectes epipleuricus</i> (Seidlitz, 1887)	195
<i>Stictionectes escheri</i> (Aubé, 1838)	196
<i>Stictionectes formosus</i> (Aubé, 1838)	197
<i>Stictionectes lepidus</i> (Olivier, 1795)	198
<i>Stictionectes optatus</i> (Seidlitz, 1887)	199
<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i> (Fabricius, 1792)	200
<i>Trichonectes otini</i> (Guignot, 1941)	201
<i>Yola bicarinata</i> (Latreille, 1804)	202

GYRINIDAE

<i>Aulonogyrus concinnus</i> (Klug, 1833)	203
<i>Aulonogyrus striatus</i> (Fabricius, 1792)	204
<i>Gyrinus (Gyrinulus) minutus</i> Fabricius, 1798	205
<i>Gyrinus caspius</i> Ménétries, 1832	206
<i>Gyrinus (Gyrinus) dejeani</i> Brullé, 1832	207
<i>Gyrinus (Gyrinus) distinctus</i> AUBÉ, 1836	208
<i>Gyrinus (Gyrinus) substriatus</i> Stephens, 1829	209
<i>Gyrinus suffriani</i> Scriba 1855	210



<i>Gyrinus urinator</i> Illiger, 1807	211
<i>Orectochilus villosus</i> (Müller, 1776)	212

HALIPLIDAE

<i>Brychius elevatus</i> (Panzer, 1794)	213
<i>Haliplus</i> (<i>Haliplidius</i>) <i>obliquus</i> (Fabricius, 1787)	214
<i>Haliplus</i> (<i>Haliplus</i>) <i>heydeni</i> Wehncke, 1875	215
<i>Haliplus</i> (<i>Haliplus</i>) <i>ruficollis</i> (De Geer, 1774)	216
<i>Haliplus</i> (<i>Haliplus</i>) <i>sibiricus</i> Motschulsky, 1860	217
<i>Haliplus</i> (<i>Liaphlus</i>) <i>andalusicus</i> Wehncke, 1872	218
<i>Haliplus</i> (<i>Liaphlus</i>) <i>fulvus</i> (Fabricius, 1801)	219
<i>Haliplus</i> (<i>Liaphlus</i>) <i>guttatus</i> Aubé, 1836	220
<i>Haliplus</i> (<i>Liaphlus</i>) <i>mucronatus</i> Stephens, 1832	221
<i>Haliplus</i> (<i>Liaphlus</i>) <i>rubidus</i> Perris, 1857	222
<i>Haliplus</i> (<i>Liaphlus</i>) <i>variegatus</i> Sturm, 1834	223
<i>Haliplus</i> (<i>Neohaliplus</i>) <i>lineatocollis</i> (Marshall, 1802)	224
<i>Peltodytes caesus</i> (Duftschmid, 1805)	225
<i>Peltodytes rotundatus</i> (Aubé, 1836)	226

NOTERIDAE

<i>Canthydrus diophthalmus</i> (Reiche y Saulcy, 1855)	228
<i>Noterus clavicornis</i> (De Geer, 1774)	229
<i>Noterus laevis</i> Sturm, 1834	230

HYDROSCAPHIDAE

<i>Hydroscapha crotchii</i> Sharp, 1874	231
---	-----

SPHAERIUSSIDAE

<i>Sphaerius hispanicus</i> Matthews, 1899	232
--	-----

DRYOPIDAE

<i>Dryops algiricus</i> (Lucas, 1846)	233
<i>Dryops doderoi</i> Bollow, 1936	234
<i>Dryops ernesti</i> Gozis, 1886	235
<i>Dryops gracilis</i> (Karsch, 1881)	236
<i>Dryops luridus</i> (Erichson, 1847)	237
<i>Dryops lutulentus</i> (Erichson, 1847)	238
<i>Dryops nitidulus</i> (Heer, 1841)	239
<i>Dryops similaris</i> Bollow, 1936	240
<i>Dryops striatellus</i> (Fairmaire y Brisout de Barneville, 1859)	241



<i>Dryops sulcipennis</i> (Costa, 1883)	242
<i>Dryops viennensis</i> (Laporte de Castelnau, 1840)	243
<i>Pomatinus substriatus</i> (Müller, 1806)	244

ELMIDAE

<i>Dupophilus brevis</i> Mulsant y Rey, 1872	245
<i>Elmis aenea</i> (P.W.J. Müller, 1806)	246
<i>Elmis latreillei</i> (Bedel, 1878)	247
<i>Elmis maugetii maugetii</i> Latreille, 1802	248
<i>Elmis perezii</i> Heyden, 1870	249
<i>Elmis rioloides</i> (Kuwert, 1890)	250
<i>Esolus angustatus</i> (P.W.J. Müller, 1821)	251
<i>Esolus parallelepipedus</i> (P.W.J. Müller, 1806)	252
<i>Esolus pygmaeus</i> (P.W.J. Müller, 1806)	253
<i>Limnius intermedius</i> Fairmaire, 1881	254
<i>Limnius opacus</i> P.W.J. Müller, 1806	255
<i>Limnius perrisi perrisi</i> (Dufour, 1843)	256
<i>Limnius volckmari</i> (Panzer, 1793)	257
<i>Macronychus quadrituberculatus</i> P.W.J. Müller, 1806	258
<i>Normandia nitens</i> (P.W.J. Müller, 1817)	259
<i>Normandia sodalis</i> (Erichson, 1847)	260
<i>Oulimnius fuscipes</i> (Reiche, 1879)	261
<i>Oulimnius major</i> (Rey, 1889)	262
<i>Oulimnius rivularis</i> (Rosenhauer, 1856)	263
<i>Oulimnius troglodytes</i> (Gyllenhal, 1827)	264
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (Müller, 1806)	265
<i>Potamophilus acuminatus</i> (Fabricius, 1792)	266
<i>Riolus cupreus</i> (P.W.J. Müller, 1806)	267
<i>Riolus illiesi</i> Steffan, 1958	268
<i>Riolus subviolaceus</i> (P.W.J. Müller, 1817)	269
<i>Stenelmis canaliculata</i> (Gyllenhal, 1808)	270
<i>Stenelmis consobrina consobrina</i> Dufour, 1835	271

HELOPHORIDAE

<i>Helophorus (Empleurus) nubilus</i> Fabricius, 1777	272
<i>Helophorus (Helophorus) aequalis</i> Thomson, 1868	273
<i>Helophorus (Helophorus) aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	274
<i>Helophorus (Helophorus) grandis</i> Illiger, 1798	275
<i>Helophorus (Helophorus) maritimus</i> Rey, 1885	276
<i>Helophorus (Helophorus) occidentalis</i> Angus, 1983	277

<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) asturiensis</i> Kuwert, 1885	278
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) brevipalpis</i> Bedel, 1881	279
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) cincticollis</i> Guillebeau, 1893	280
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) discrepans</i> Rey, 1885	281
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) flavipes</i> Fabricius, 1792	282
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) fulgidicollis</i> Motschulsky, 1860	283
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) glacialis</i> A. Villa y G.B. Villa, 1833	284
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) granularis</i> (Linnaeus, 1761)	285
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) gratus</i> Angus, 1987	286
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) griseus</i> Herbst, 1793	287
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) illustris</i> Sharp, 1916	288
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) lapponicus</i> Thomson, 1853	289
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) longitarsis</i> Wollaston, 1864	290
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) minutus</i> Fabricius, 1775	291
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) obscurus</i> Mulsant, 1844	292
<i>Helophorus (Trichohelophorus) alternans</i> Gené, 1836	293

HYDRAENIDAE

<i>Hydraena (Holcohydraena) rugosa</i> Mulsant, 1844	294
<i>Hydraena (Hydraena) allomorpha</i> Lagar y Fresneda, 1990	295
<i>Hydraena (Hydraena) angulosa</i> Mulsant, 1844	296
<i>Hydraena (Hydraena) barrosi</i> d'Orchymont, 1934	297
<i>Hydraena (Hydraena) bisulcata</i> Rey, 1884	298
<i>Hydraena (Hydraena) bitruncata</i> d'Orchymont, 1934	299
<i>Hydraena (Hydraena) brachymera</i> d'Orchymont, 1936	300
<i>Hydraena (Hydraena) capta</i> d'Orchymont, 1936	301
<i>Hydraena (Hydraena) carbonaria</i> Kiesenwetter, 1849	302
<i>Hydraena (Hydraena) cordata</i> L. W. Schaufuss, 1883	303
<i>Hydraena (Hydraena) corrugis</i> d'Orchymont, 1834	304
<i>Hydraena (Hydraena) curta</i> Kiesenwetter, 1849	305
<i>Hydraena (Hydraena) delia</i> Balfour-Browne, 1979	306
<i>Hydraena (Hydraena) diazi</i> Trizzino, Jäch y Ribera, 2011	307
<i>Hydraena (Hydraena) emarginata</i> Rey, 1885	308
<i>Hydraena (Hydraena) gracilidelphis</i> Trizzino, Valladares, Garrido y Audisio, 2012	309
<i>Hydraena (Hydraena) inapicipalpis</i> Pic, 1918	310
<i>Hydraena (Hydraena) minutissima</i> Stephens, 1829	311
<i>Hydraena (Hydraena) nigrita</i> Germar, 1824	312
<i>Hydraena (Hydraena) polita</i> Kiesenwetter, 1849	313
<i>Hydraena (Hydraena) pygmaea</i> G.R. Waterhouse, 1833	314
<i>Hydraena (Hydraena) quilisi</i> Lagar, Fresneda, Hernando, 1987	315



<i>Hydraena (Hydraena) reyi</i> Kuwert, 1888	316
<i>Hydraena (Hydraena) riparia</i> Kugelann, 1794	317
<i>Hydraena (Hydraena) rufipennis</i> Boscá Berga, 1932	318
<i>Hydraena (Hydraena) stussineri</i> Kuwert, 1888	319
<i>Hydraena (Hydraena) subimpressa</i> Rey, 1885	320
<i>Hydraena (Hydraena) truncata</i> Rey, 1885	321
<i>Hydraena (Phothydraena) atrata</i> Desbrochers des Loges, 1891	322
<i>Hydraena (Phothydraena) hernandoi</i> Fresneda y Lagar, 1990	323
<i>Hydraena (Phothydraena) testacea</i> Curtis, 1830	324
<i>Limnebius bacchus</i> Balfour-Browne, 1979	325
<i>Limnebius evanescens</i> Kiesenwetter, 1866	326
<i>Limnebius extraneus</i> d'Orchymont, 1938	327
<i>Limnebius fretalis</i> Peyerimhoff, 1913	328
<i>Limnebius furcatus</i> Baudi di Selve, 1872	329
<i>Limnebius maurus</i> Balfour-Browne, 1979	330
<i>Limnebius myrmidon</i> Rey, 1883	331
<i>Limnebius nitidus</i> (Marsham, 1802)	332
<i>Limnebius oblongus</i> Rey, 1883	333
<i>Limnebius papposus</i> Mulsant, 1844	334
<i>Limnebius truncatellus</i> (Thunberg, 1794)	335
<i>Aulacochthebius exaratus</i> (Mulsant, 1844)	336
<i>Ochthebius (Asiobates) aeneus</i> Stephens, 1835	337
<i>Ochthebius (Asiobates) bicolon</i> Germar, 1824	338
<i>Ochthebius (Asiobates) bonnaieri</i> Guillebeau, 1896	339
<i>Ochthebius (Asiobates) dilatatus</i> Stephens, 1829	340
<i>Ochthebius (Asiobates) figueroi</i> Garrido González, 1990	341
<i>Ochthebius (Asiobates) heydeni</i> Kuwert, 1887	342
<i>Ochthebius (Asiobates) immaculatus</i> Breit, 1908	343
<i>Ochthebius (Asiobates) impressipennis</i> Rey, 1866	344
<i>Ochthebius (Asiobates) minimus</i> (Fabricius, 1792)	345
<i>Ochthebius (Calobius) quadricollis</i> Mulsant, 1844	346
<i>Ochthebius (Enicocerus) exsculptus</i> Germar, 1824	347
<i>Ochthebius (Ochthebius) anxifer</i> Balfour-Browne, 1979	348
<i>Ochthebius (Ochthebius) auropallens</i> Fairmaire, 1879	349
<i>Ochthebius (Ochthebius) bifoveolatus</i> Waltl, 1835	350
<i>Ochthebius (Ochthebius) corrugatus</i> Rosenhauer, 1856	351
<i>Ochthebius (Ochthebius) cuprescens</i> Guillebeau, 1893	352
<i>Ochthebius (Ochthebius) dentifer</i> Rey, 1885	353
<i>Ochthebius (Ochthebius) difficilis</i> Mulsant, 1844	354
<i>Ochthebius (Ochthebius) grandipennis</i> Fairmaire, 1879	355

<i>Ochthebius (Ochthebius) judemaesi</i> Delgado y Jäch, 2007	356
<i>Ochthebius (Ochthebius) lejolisii</i> Mulsant y Rey, 1861	357
<i>Ochthebius (Ochthebius) marginalis</i> Rey, 1886	358
<i>Ochthebius (Ochthebius) marinus</i> (Paykull, 1798)	359
<i>Ochthebius (Ochthebius) mediterraneus</i> (Ienistea, 1988)	360
<i>Ochthebius (Ochthebius) meridionalis</i> Rey, 1885	361
<i>Ochthebius (Ochthebius) merinidicus</i> Ferro, 1985	362
<i>Ochthebius (Ochthebius) metallescens</i> Rosenhauer, 1847	363
<i>Ochthebius (Ochthebius) nanus</i> Stephens, 1829	364
<i>Ochthebius (Ochthebius) notabilis</i> Rosenhauer, 1856	365
<i>Ochthebius (Ochthebius) pilosus</i> Waltl, 1835	366
<i>Ochthebius (Ochthebius) poweri</i> Rey, 1869	367
<i>Ochthebius (Ochthebius) punctatus</i> Stephens, 1829	368
<i>Ochthebius (Ochthebius) pusillus</i> Stephens, 1835	369
<i>Ochthebius (Ochthebius) quadrifossulatus</i> Waltl, 1835	370
<i>Ochthebius (Ochthebius) quadrifoveolatus</i> Wollaston, 1854	371
<i>Ochthebius (Ochthebius) semisericeus</i> Sainte-Claire Deville, 1914	372
<i>Ochthebius (Ochthebius) serratus</i> Rosenhauer, 1856	373
<i>Ochthebius (Ochthebius) sidanus</i> d'Orchymont, 1942	374
<i>Ochthebius (Ochthebius) subinteger</i> Mulsant y Rey, 1861	375
<i>Ochthebius (Ochthebius) subpictus</i> Wollaston, 1857	376
<i>Ochthebius (Ochthebius) viridescens</i> Ienistea, 1988	377
<i>Ochthebius (Ochthebius) viridis fallaciosus</i> Ganglbauer, 1901	378

HYDROCHIDAE

<i>Hydrochus aljibensis</i> Castro y Delgado, 1999	395
<i>Hydrochus angustatus</i> Germar, 1824	396
<i>Hydrochus flavipennis</i> Küster, 1852	397
<i>Hydrochus grandicollis</i> Kiesenwetter, 1870	398
<i>Hydrochus nitidicollis</i> Mulsant, 1844	399
<i>Hydrochus smaragdineus</i> Fairmaire, 1879	400
<i>Hydrochus tariqi</i> Ribera, Hernando y Aguilera, 1999	401

HYDROPHILIDAE

<i>Anacaena bipustulata</i> (Marsham, 1802)	386
<i>Anacaena globulus</i> (Paykull, 1798)	387
<i>Anacaena limbata</i> (Fabricius, 1792)	388
<i>Anacaena lutescens</i> (Stephens, 1829)	389
<i>Berosus (Berosus) affinis</i> Brullé, 1835	390
<i>Berosus (Berosus) hispanicus</i> Küster, 1847	391



<i>Berosus (Berosus) signaticollis</i> (Charpentier, 1825)	392
<i>Berosus (Enoplurus) fulvus</i> Kuwert, 1888	393
<i>Berosus (Enoplurus) guttalis</i> Rey, 1883	394
<i>Berosus (Enoplurus) jaechi</i> Schödl, 1991	395
<i>Chaetarthria similis</i> Wollaston, 1864	396
<i>Chaetarthria simillima</i> Vorst y Cuppen, 2003/ <i>Chaetarthria seminulum</i> (Herbst, 1797)	397
<i>Chasmogenus livornicus</i> (Kuwer, 1890)	398
<i>Coelostoma hispanicum</i> Kuster, 1848	399
<i>Coelostoma orbiculare</i> (Fabricius, 1775)	400
<i>Gymbiodyta marginella</i> (Fabricius, 1792)	401
<i>Enochrus (Enochrus) melanocephalus</i> (Olivier, 1792)	402
<i>Enochrus (Lumetus) ater</i> (Kuwert, 1888)	403
<i>Enochrus (Lumetus) bicolor</i> (Fabricius, 1792)	404
<i>Enochrus (Lumetus) fuscipennis</i> (Thomson, 1884) / <i>Enochrus (Lumetus) quadripunctatus</i> (Herbst, 1797)	405
<i>Enochrus (Lumetus) halophilus</i> (Bedel, 1878)	406
<i>Enochrus (Lumetus) politus</i> (Küster, 1849)	407
<i>Enochrus (Lumetus) salomonis</i> (J. Sahlberg, 1900)	408
<i>Enochrus (Lumetus) segmentinotatus</i> (Kuwert, 1888)	409
<i>Enochrus (Lumetus) testaceus</i> (Fabricius, 1801)	410
<i>Enochrus (Methydrus) morenae</i> (L. Heyden, 1870)	411
<i>Enochrus (Methydrus) natalensis</i> (Gemmingen y Harold, 1868)	412
<i>Enochrus (Methydrus) nigrinus</i> (Sharp, 1872)	413
<i>Helochares (Helochares) lividus</i> (Forster, 1771)	414
<i>Helochares (Helochares) punctatus</i> Sharp, 1869	415
<i>Hemisphaera guignoti</i> Schaefer, 1975	416
<i>Hemisphaera seriatopunctata</i> (Perris, 1874)	417
<i>Hydrobius convexus</i> Brullé, 1835	418
<i>Hydrobius fuscipes</i> Linnaeus, 1758	419
<i>Hydrochara caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	420
<i>Hydrochara flavipes</i> (Steven, 1808)	421
<i>Hydrophilus piceus</i> (Linnaeus, 1758)	422
<i>Hydrophilus pistaceus</i> (Laporte de Castelnau, 1840)	423
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) atratus</i> Rottenberg, 1874	424
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) atrocephalus</i> Reitter, 1872	425
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) bipunctatus</i> (Fabricius, 1775)	426
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) hispanicus</i> Gentili, 1974	427
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) moraguesi</i> Régimbart, 1898	428
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) neapolitanus</i> Rottenberg, 1874	429
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) obscuratus</i> Rottenberg, 1874	430
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) sinuatus</i> Motschulsky, 1849	431

<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) striatulus</i> (Fabricius, 1801)	432
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) ytenensis</i> Sharp, 1910	433
<i>Laccobius (Hydroxenus) femoralis</i> Rey, 1885	434
<i>Laccobius (Hydroxenus) revelieri</i> Ferris, 1864	435
<i>Laccobius (Laccobius) minutus</i> (Linnaeus, 1758)	436
<i>Laccobius (Microlaccobius) alternus</i> Motschulsky, 1855	437
<i>Laccobius (Microlaccobius) gracilis gracillis</i> Motschulsky, 1855	438
<i>Limnoxenus niger</i> (Gmelin, 1790)	439
<i>Limnoxenus olmoi</i> Hernando y Fresneda, 1994	440
<i>Paracymus aeneus</i> (Germar, 1824)	441
<i>Paracymus phalacroides</i> (Wollaston, 1867)	442
<i>Paracymus scutellaris</i> (Rosenhauer, 1856)	443

-ESPECIES ENDÉMICAS

DRYOPIDAE

<i>Dryops championi</i> Dodero, 1919	516
--------------------------------------	-----

DYTISCIDAE

<i>Agabus nevadensis</i> Lindberg, 1939	446
<i>Agabus picotae</i> Foster y Bilton, 1997	448
<i>Deronectes algibensis</i> Fery y Fresneda, 1988	450
<i>Deronectes angusi</i> Fery y Brancucci, 1990	452
<i>Deronectes bicostatus</i> (Schaum, 1864)	454
<i>Deronectes costipennis costipennis</i> Brancucci, 1983	456
<i>Deronectes costipennis gignouxii</i> Fery y Brancucci, 1989	458
<i>Deronectes depressicollis</i> (Rosenhauer, 1856)	460
<i>Deronectes ferrugineus</i> Fery y Brancucci, 1987	462
<i>Deronectes fosteri</i> Aguilera y Ribera, 1996	464
<i>Deronectes wewalkai</i> Fery y Fresneda, 1988	466
<i>Graptodytes castilianus</i> Fery, 1995	468
<i>Hydroporus brancoi brancoi</i> Rocchi, 1981	470
<i>Hydroporus brancoi gredensis</i> Fery, 1999	472
<i>Hydroporus brancuccii</i> Fery, 1987	474
<i>Hydroporus cantabricus</i> Sharp, 1882	476
<i>Hydroporus constantini</i> Hernando y Fresneda, 1996	478
<i>Hydroporus decipiens</i> Sharp, 1878	480
<i>Hydroporus necopinatus necopinatus</i> Fery, 1999	482
<i>Hydroporus nevadensis</i> Sharp, 1882	484
<i>Hydroporus normandi alhambrae</i> Fery, 1999	486



<i>Hydroporus paganettianus</i> Scholz, 1923	488
<i>Hydroporus sabaudus sierranevadensis</i> Shaverdo, 2004	490
<i>Hydroporus vespertinus</i> Fery y Hendrich, 1988	492
<i>Hygrotus (Coelambus) fresnedai</i> Fery, 1992	494
<i>Iberoporus cermenius</i> Castro y Delgado, 2000	496
<i>Ilybius dettneri</i> (Fery, 1986)	498
<i>Nebrioporus baeticus</i> (Schaum, 1864)	500
<i>Nebrioporus bucheti cazorlensis</i> (Lagar, Fresneda y Hernando, 1987)	502
<i>Nebrioporus carinatus</i> (Aubé, 1836)	504
<i>Nebrioporus croceus</i> Angus, Fresneda y Fery, 1992	506
<i>Stictonectes abellani</i> Millán, Picazo y Fery 2013	508
<i>Stictonectes occidentalis</i> Fresneda y Fery, 1990	510
<i>Stictonectes rebecca</i> Bilton, 2012	512
<i>Stictotarsus bertrandi</i> (Legros, 1956)	514

ELMIDAE

<i>Limnius perrisi carinatus</i> (Pérez-Arcas, 1865)	518
<i>Oulimnius bertrandi</i> Berthélemy, 1964	520
<i>Oulimnius cyneticus</i> Berthélemy, 1980	522
<i>Oulimnius perezi</i> (Sharp, 1872)	524

HELOPHORIDAE

<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) bameuli</i> Angus, 1987	526
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) calpensis</i> Angus, 1988	528
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) jocoteroi</i> Angus y Díaz-Pazos, 1991	530
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) korotyaevi</i> Angus, 1985	532
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) leontis</i> Angus, 1985	534
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) nevadensis</i> Sharp, 1916	536
<i>Helophorus (Rhopalohelophorus) seidlitzii</i> Kuweř, 1885	538

HYDRAENIDAE

<i>Hydraena (Holcohydraena) exarata</i> Kiesenwetter, 1866	540
<i>Hydraena (Holcohydraena) marinae</i> Castro, 2003	542
<i>Hydraena (Hydraena) affusa</i> d'Orchymont, 1936	544
<i>Hydraena (Hydraena) albai</i> Sáinz-Cantero, 1993	546
<i>Hydraena (Hydraena) alcantarana</i> lenistea, 1985	548
<i>Hydraena (Hydraena) altamirensis</i> Díaz-Pazos y Garrido, 1993	550
<i>Hydraena (Hydraena) andalusa</i> Lagar y Fresneda, 1990	552
<i>Hydraena (Hydraena) bolivari</i> d'Orchymont, 1936	554
<i>Hydraena (Hydraena) catalonica</i> Fresneda, Aguilera, Hernando, 1994	556

<i>Hydraena (Hydraena) corinna</i> d'Orchymont, 1936	558
<i>Hydraena (Hydraena) exasperata</i> d'Orchymont, 1935	560
<i>Hydraena (Hydraena) fosterorum</i> Trizzino, Jäch y Ribera, 2011	562
<i>Hydraena (Hydraena) gaditana</i> Lagar y Fresneda, 1990	564
<i>Hydraena (Hydraena) gavarrensis</i> Jäch, Díaz y Martinoy, 2005	566
<i>Hydraena (Hydraena) hispanica</i> Ganglbauer, 1901	568
<i>Hydraena (Hydraena) iberica</i> d'Orchymont, 1936	570
<i>Hydraena (Hydraena) lucasi</i> Lagar, 1984	572
<i>Hydraena (Hydraena) lusitana</i> (Berthélemy, 1977)	574
<i>Hydraena (Hydraena) madronensis</i> Castro, García y Ferreras, 2000	576
<i>Hydraena (Hydraena) manfredjaechi</i> Delgado y Soler, 1991	578
<i>Hydraena (Hydraena) marcosae</i> Aguilera, Hernando y Ribera, 1997	580
<i>Hydraena (Hydraena) mecai</i> Millán y Aguilera, 2000	582
<i>Hydraena (Hydraena) monstruosipes</i> Ferro, 1986	584
<i>Hydraena (Hydraena) quetiae</i> Castro, 2000	586
<i>Hydraena (Hydraena) servilia</i> d'Orchymont, 1936	588
<i>Hydraena (Hydraena) sharpi</i> Rey, 1886	590
<i>Hydraena (Hydraena) tatii</i> Sáinz-Cantero y Alba-Tercedor, 1989	592
<i>Hydraena (Hydraena) unca</i> Valladares, 1989	594
<i>Hydraena (Phoehydraena) isabelae</i> Castro y Herrera, 2001	596
<i>Limnebius cordobanus</i> d'Orchymont, 1938	598
<i>Limnebius gerhardti</i> L.Heyden, 1870	600
<i>Limnebius hiliaris</i> Balfour-Browne, 1979	602
<i>Limnebius hispanicus</i> d'Orchymont, 1941	604
<i>Limnebius ibericus</i> Balfour-Browne, 1979	606
<i>Limnebius ignarus</i> Balfour-Browne, 1979	608
<i>Limnebius lusitanus</i> Balfour-Browne, 1979	610
<i>Limnebius millani</i> Ribera y Hernando, 1998	612
<i>Limnebius monfortei</i> Fresneda y Ribera, 1998	614
<i>Limnebius montanus</i> Balfour-Browne, 1979	616
<i>Limnebius nanus</i> Jäch, 1993	618
<i>Limnebius ordunyai</i> Fresneda y Ribera, 1998	620
<i>Ochthebius (Asiobates) bellieri</i> Kuwert, 1887	622
<i>Ochthebius (Asiobates) cantabricus</i> Balfour-Browne, 1979	624
<i>Ochthebius (Asiobates) ferroi</i> Fresneda, Lagar y Hernando, 1993	626
<i>Ochthebius (Asiobates) irenae</i> Ribera y Millán, 1999	628
<i>Ochthebius (Asiobates) jaimae</i> Delgado y Jäch, 2007	630
<i>Ochthebius (Asiobates) sanabrensis</i> Valladares y Jäch, 2008	632
<i>Ochthebius (Enicocerus) aguilerai</i> Ribera, Castro y Hernando, 2010	634
<i>Ochthebius (Enicocerus) legionensis</i> Hebauer y Valladares, 1985	636



<i>Ochthebius (Ochthebius) albacetinus</i> Ferro, 1984	638
<i>Ochthebius (Ochthebius) andalusicus</i> Jäch y Castro, 1999	640
<i>Ochthebius (Ochthebius) caesaraugustae</i> Jäch, Ribera y Aguilera, 1998	642
<i>Ochthebius (Ochthebius) delgadoi</i> Jäch, 1994	644
<i>Ochthebius (Ochthebius) diazi</i> Jäch, 1999	646
<i>Ochthebius (Ochthebius) gayosoi</i> Jäch, 2001	648
<i>Ochthebius (Ochthebius) glaber</i> Montes y Soler, 1988	650
<i>Ochthebius (Ochthebius) montesi</i> Ferro, 1984	652
<i>Ochthebius (Ochthebius) semotus</i> Orchymont, 1942	654
<i>Ochthebius (Ochthebius) tacapasensis baeticus</i> Ferro, 1984	656
<i>Ochthebius (Ochthebius) tudmirensis</i> Jäch, 1997	658

HYDROCHIDAE

<i>Hydrochus angusi</i> Valladares, 1988	660
<i>Hydrochus ibericus</i> Valladares, Díaz-Pazos y Delgado, 1999	662
<i>Hydrochus interruptus</i> Heyden, 1870	664
<i>Hydrochus nooreinus</i> Berge Henegouwen y Sáinz-Cantero, 1992	666

HYDROPHILIDAE

<i>Enochrus (Lumetus) jesusarribasi</i> Arribas y Millán, 2013	668
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) gloriana</i> Gentili y Ribera, 1998	670

4. Evolución del conocimiento faunístico 663

-Evolución temporal del conocimiento faunístico	665
-Patrones de riqueza y esfuerzo de muestreo	676
-Análisis de la calidad del inventario de coleópteros acuáticos ibéricos	679

5. Diversidad filogenética y singularidad evolutiva 683

-Patrones de diversidad filogenética en la península ibérica	685
-Singularidad evolutiva de los endemismos ibéricos	691

6. Especies amenazadas 695

-Evaluación de la vulnerabilidad	697
-Coleópteros y hábitats amenazados en España peninsular	702
-Puntos calientes de especies con alta prioridad de conservación	705

7. Áreas prioritarias de conservación	709
8. El atajo de los modelos predictivos: ejemplos con coleópteros acuáticos	719
Bibliografía	731
Agradecimientos	749
Índice de Especies	753
Anexos	
-Anexo fotográfico	754
-Anexo de datos genéticos	810
-Anexo de datos de la vulnerabilidad de las especies endémicas	816





Capítulo 1
Introducción



INTRODUCCIÓN

Los coleópteros

Los escarabajos o, más formalmente, coleópteros (*koleos*=funda y *pteron*=ala), son organismos que en su forma adulta presentan un par de alas membranosas (alas para el vuelo) recubiertas por una funda formada por otro par de alas externas de consistencia dura denominadas élitros, y que sirven de protección. Constituyen uno de los 11 órdenes de insectos holometábolos conocidos (con metamorfosis completa, esto es, una fase de pupa después de, en general, tres estadios larvarios, para llegar a adulto). Se conocen 179 familias y cerca de 400000 especies (aproximadamente una de cada cuatro especies descritas de organismos multicelulares es un coleóptero), pero seguramente quedan muchas más por descubrir (Ribera y Beutel, 2014). Como se ha comentado, se trata, sin duda, del grupo de animales ecológica y morfológicamente más diverso, capaz de colonizar prácticamente todos los ambientes del planeta, excepto el mar abierto y las zonas más extremas de los polos y la alta montaña.

Forman parte de los insectos holometábolos más antiguos, ya que aparecieron en el Paleozoico, durante el periodo Carbonífero (entre 360 y 290 millones de años), con fósiles conocidos desde el Pérmico temprano, hace 250 millones de años. Las principales causas de su enorme diversidad hay que buscarlas, más que en las tasas de diversificación elevadas, en su antigüedad y persistencia evolutiva, y aunque sólo en parte, en su asociación con las angiospermas durante el Cretácico (Hunt et al., 2007).

La invasión del medio acuático

La creación de un espacio cerrado estanco entre los élitros y el abdomen permitió a los coleópteros la invasión del medio acuático, al facilitar la formación de una cámara de aire que les permitía respirar bajo el agua. Otras adaptaciones morfológicas (como la forma alargada y ovalada del cuerpo, antenas reducidas, o la aparición de sedas natatorias en las patas, entre otras), fisiológicas (órganos especializados para respirar bajo el agua, mecanismos de regulación para mantener un equilibrio osmótico) y de comportamiento (ciclos reproductivos asociados a la presencia de agua, diferentes estrategias de dispersión, etc.) propiciaron la colonización de, prácticamente, la totalidad de medios acuáticos continentales. Según Crowson (1981), esta invasión se produjo de forma independiente al menos 10 veces, pero probablemente ocurrió muchas más (Hunt et al., 2007), de manera que no se pueden considerar a los coleópteros acuáticos como un grupo monofilético. El origen múltiple de los grupos de coleópteros acuáticos también explicaría la gran diversidad de formas de vida que presentan. Así, a pesar de que la mayoría de especies de coleópteros son terrestres, en el medio acuático también son, junto con dípteros (moscas y mosquitos) y tricópteros (fríganeas), el grupo más diversificado, de manera que podemos encontrar muy variadas estrategias de alimentación, reproducción, desarrollo, dispersión u ocupación de hábitats. Un reflejo de esta variedad lo tenemos en el tamaño, ya que se pueden encontrar desde especies con menos de 1 mm hasta otras que rondan los 5 cm (Jäch y Balke, 2008).

Clasificación

La clasificación del orden Coleoptera ha sido actualizada por Beutel y Leschen (2005), con cuatro subórdenes, 16 superfamilias y 179

familias (Tabla 1.1), incluidas las recientemente descubiertas Aspidytidae y Meruidae, así como una familia fósil de la que se conoce un único representante actual (Jurodidae).

Tabla 1.1 Clasificación del orden Coleoptera, según Lawrence y Newton (1995) y actualizada por Beutel y Leschen (2005). Se indica el número de familias (ff) y el número estimado de especies (spp) aproximándolo a Hunt et al. (2007) y Ribera y Beutel (2012). Con asterisco (*) se destacan los subórdenes y superfamilias con representación acuática en cualquiera de sus fases.

Orden Coleoptera (179 ff / 380 000 spp)	
Suborden Archostemata (5 ff / 40 spp)	Superfamilia Byrrhoidea* (12 ff / 3800 spp)
Suborden Myxophaga* (4 ff / 94 spp)	Superfamilia Elateroidea (17 ff / 23 000 spp)
Suborden Adephaga* (11 ff / 41 000 spp)	Series Derodontiformia (3 ff / 30 spp)
Suborden Polyphaga* (159 ff / 350 000 spp)	Superfamilia Derontoidea (3 ff / 30 spp)
Series Staphyliniformia* (11 ff / 67 000 spp)	Series Bostrichiformia (4 ff / 4500 spp)
Superfamilia Hydrophiloidea* (4 ff / 7000 spp)	Superfamilia Bostrichoidea (4ff / 4500 spp)
Superfamilia Staphyloidea* (7 ff / 60 000 spp)	Series Cucujiformia (90 ff / 195 000 spp)
Series Scarabaeiformia (14 ff / 35 000 spp)	Superfamilia Lymexyloidea (1 f / 50 spp)
Superfamilia Scarabaeoidea (14 ff / 35 000 spp)	Superfamilia Cleroidea (11 ff / 9900 ff)
Series Elateriformia (37 ff / 42 000 spp)	Superfamilia Cucujoidea (35 ff / 20 000 spp)
Superfamilia Scirtoidea* (4 ff / 800 spp)	Superfamilia Tenebrionoidea (28 ff / 35 000 spp)
Superfamilia Dascilloidea (2 ff / 180 spp)	Superfamilia Chrysomeloidea* (7 ff / 58 000 spp)
Superfamilia Buprestoidea (1 f / 14 000 spp)	Superfamilia Curculionoidea* (8 ff / 70 000 spp)

De los cuatro subórdenes de Coleoptera, dos contienen un número muy reducido de especies: Archostemata (unas 40 especies) y Myxophaga (unas 94 especies); mientras que los otros dos son mucho más ricos: Adephaga (unas 41000 especies) y Polyphaga (el suborden más diversificado con unas 350000 especies). Actualmente se acepta la monofilia de los subórdenes, pero las relaciones filogenéticas del resto de los grupos todavía son motivo de controversia (Ribera y Beutel, 2014). Myxophaga, Adephaga y Polyphaga tienen representación

acuática. En la actualidad se estima que existen unas 18000 especies de coleópteros acuáticos en todo el mundo, de las cuales sólo el 70% estarían descritas (Jäch y Balke, 2008).

Los Myxophaga (ver Figura 1.1) incluyen especies de tamaño muy pequeño (algunos de los escarabajos más pequeños conocidos, con una longitud de 0,90 mm, están dentro de este suborden, y los adultos no superan los 2,7 mm) y aspecto discreto, ligadas a ambientes de agua dulce de prácticamente todos los



continentes. Actualmente se reconocen cuatro familias: Lepiceridae, con un único género (*Lepicerus*) Neotropical; Torridincolidae, con siete géneros de distribución Neotropical, Etiópica y Paleártica oriental; Hydrosaphidae, con tres géneros de distribución Neártica, Paleártica, Neotropical y Etiópica; y Sphaeriusidae, con un único género (*Sphaerius*), Neártico, Neotropical, Paleártico, Etiópico y Austral. Los datos moleculares que se tienen son muy escasos, de modo que la filogenia conocida se basa sólo en datos morfológicos (Ribera y Beutel, 2014).

El suborden Adephaga (ver Figura 1.1) incluye un grupo de familias de coleópteros de hábitos principalmente depredadores y en su mayoría acuáticos: Gyrinidae o “escribanos del agua” y Dytiscidae o “escarabajos buceadores” como principales representantes, más Haliplidae, Hygrobiidae, Meruidae, Noteridae, Amphizoidae y Aspityidae. De las familias de Adephaga, sólo tres son terrestres, Trachypachidae, Rhysodidae y Carabidae, esta última la más rica en especies. Una de las características principales de los Adephaga es la aparición de linajes altamente especializados, cuyas relaciones filogenéticas son difíciles de establecer. Así, entre las familias acuáticas, la posición de Gyrinidae y Haliplidae es clave para determinar si se ha producido una única transición al medio acuático o varias. Análisis recientes utilizando caracteres morfológicos apoyan la segunda hipótesis, pero se necesitan más datos moleculares para confirmar estos resultados (Ribera y Beutel, 2014).

El suborden Polyphaga (ver Figura 1.1), como se ha comentado, es el más rico en especies (ver Tabla 1.1) y el que tiene más diversidad tanto morfológica como ecológica: hay especies termitófilas, arborícolas, cavernícolas, riparias, ectoparásitas de mamíferos, etc. El suborden

incorpora también un buen número de familias de escarabajos que, de muy diferente manera, aparecen ligadas al agua (“escarabajos acuáticos andadores”), entre los que destacan las familias Hydrophilidae, Hydraenidae y Elmidae. Se ha especulado con que el antepasado de este suborden podría ser un escarabajo de pequeño tamaño (no más de 5 mm), terrestre, probablemente habitante de bosques húmedos y se alimentaría de la hojarasca y detrito vegetal de suelos de estos ambientes.

Tradicionalmente los Polyphaga se han separado en seis grandes ‘series’, cada una de ellas con varias superfamilias (ver Tabla 1.1). Las relaciones entre algunas de las series, y su monofilia, están lejos de ser conocidas con fiabilidad. Los datos moleculares más recientes sugieren que en la base de todo el suborden, como grupo hermano del resto de Polyphaga, podrían situarse dos superfamilias relativamente pobres en especies, los Scirtoidea y los Derodontoidea (Ribera y Beutel, 2014).

¿Acuático o terrestre?

En los cuatro órdenes de insectos más genuinamente acuáticos (Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera y Trichoptera), suele ser común la existencia de una fase juvenil totalmente sumergida y de vida larga y una fase adulta completamente terrestre y de vida más corta. Sin embargo, este tipo de ciclo de vida es relativamente poco común en los escarabajos: se observa, por ejemplo, en Scirtidae y Psephenidae, entre otras familias con relativamente pocas especies. Al contrario de lo que ocurre con otros taxones, la vida de muchas especies de escarabajos no puede definirse simplemente como “acuática” o “terrestre”, pues ésta, a menudo, se desarrolla en un gradiente muy variable con relación al borde del agua, lo que hace difícil

definir su carácter acuático o terrestre. Estas dificultades están relacionadas con: (1) la cantidad de tiempo en contacto con el agua, (2) el grado de inmersión, (3) el grado de dependencia del agua, y (4) la motivación para entrar en contacto con el agua (alimentación, refugio, etc.). La respuesta a estos factores es muy variable, incluso dentro de una misma familia. Así, algunas familias consideradas típicamente acuáticas, como los Dytiscidae (escarabajos buceadores), tienen representantes totalmente terrestres, mientras que otras etiquetadas como terrestres, como Lampiridae (luciérnagas), tienen, al menos, algunos representantes con larvas acuáticas. La preferencia de hábitat de un escarabajo puede incluso diferir de un estadio larvario a otro, como en Hydraenidae (Jäch et al., 2005a), donde un cambio gradual desde estrictamente acuático a ripario no es extraño. Además, en ciertos casos, el comportamiento acuático o terrestre puede diferir entre poblaciones de la misma especie, en función de la disponibilidad de hábitat, como ocurre en algunas especies de los géneros *Ochthebius* y *Dryops* (Jäch y Balke, 2008).

Con el fin de superar estas dificultades de clasificación, Jäch (1998) define seis grupos ecológicos, basados en más de 40 familias de escarabajos, asociadas con los hábitats acuáticos: a) "auténticos escarabajos acuáticos": los que pasan sumergidos, al menos parcialmente, la mayor parte de su etapa adulta; b) "escarabajos acuáticos falsos", o "parcialmente acuáticos": los que pasan sumergidos principalmente su fase larvaria, pero tienen adultos predominantemente terrestres; c) "escarabajos acuáticos fitófilos": viven y se alimentan en las plantas acuáticas, estando a veces muy asociados a una sola especie vegetal, pero con fases sumergidas, en general, cortas en cualquiera de

las etapas de desarrollo; d) "escarabajos acuáticos ectoparásitos": viven sobre mamíferos acuáticos que les sirven como hospedadores; e) "escarabajos acuáticos facultativos": pueden sumergirse o utilizar la tensión superficial del agua para desplazarse (ocasional o regularmente), por un tiempo limitado, para cazar, buscar refugio, etc., en cualquiera de sus etapas de desarrollo; y f) "escarabajos ripícolas": viven cerca de la orilla del agua durante todas sus etapas de desarrollo, sin entrar en el agua de forma voluntaria. Con algunas excepciones, la cantidad de tiempo pasado en contacto con el agua disminuye gradualmente de la categoría "a" a la "f".

Los "auténticos" coleópteros acuáticos ibéricos

En este trabajo, nos vamos a centrar exclusivamente en los "auténticos escarabajos acuáticos" (o simplemente escarabajos acuáticos a partir de ahora), los cuales, como ya se ha comentado, al menos en su etapa adulta pueden aparecer sumergidos en cualquier tipo de ecosistema acuático, como ríos, arroyos, manantiales, lagos, charcas, criptohumedales, charcas rocosas litorales o, incluso, cuevas con agua o acuíferos subterráneos. Se han visto también sobreviviendo atrapados bajo el hielo, en aguas termales, o a salinidades 6 o 7 veces superiores a la salinidad media del mar (Millán et al., 2011). Y por supuesto, pueden colonizar cualquier medio acuático artificial, como embalses, abrevaderos, canales, balsas de riego, etc.

De los subórdenes con representación acuática, aproximadamente el 90% de las especies de Myxophaga son acuáticas, Adephaga contiene en torno al 18%, y Polyphaga sobre el 1,25% (Jäch y Balke, 2008). Así, tanto en Myxophaga, con Hydroscaphidae y Sphae-



riusidae con representantes ibéricos, como en Adephaga, las familias no acuáticas son una excepción. En Adephaga, 8 de las 11 familias existentes se consideran como predominantemente acuáticas (se les suele denominar informalmente como Hydradephaga). Entre ellas las familias Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Hygrobiidae y Noteridae cuentan con represen-

tación ibérica. Finalmente, sólo 13 familias en el suborden Polyphaga se consideran acuáticas, de las cuales auténticas acuáticas con representación peninsular son Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae e Hydraenidae. En la Figuras 1.1 y 1.2 aparecen las formas generales más representativas de adultos y larvas de estas familias.

Figura 1.1. Familias de coleópteros acuáticos presentes en la península ibérica. Fotos de elaboración propia (sin escala) excepto Hygrobiidae (foto U. Schmidt, 2008).

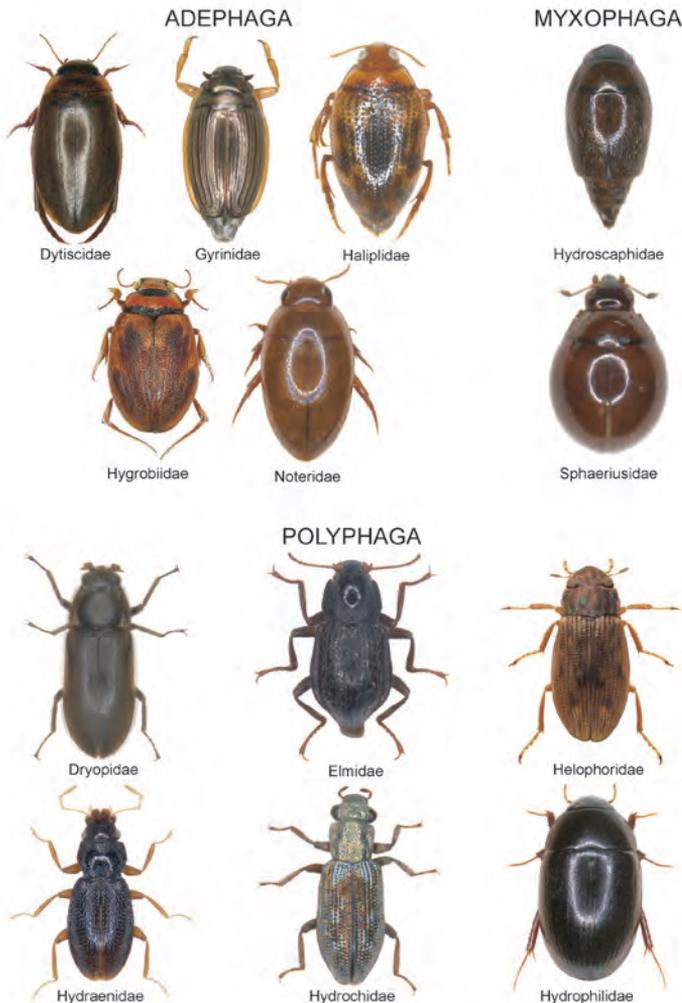
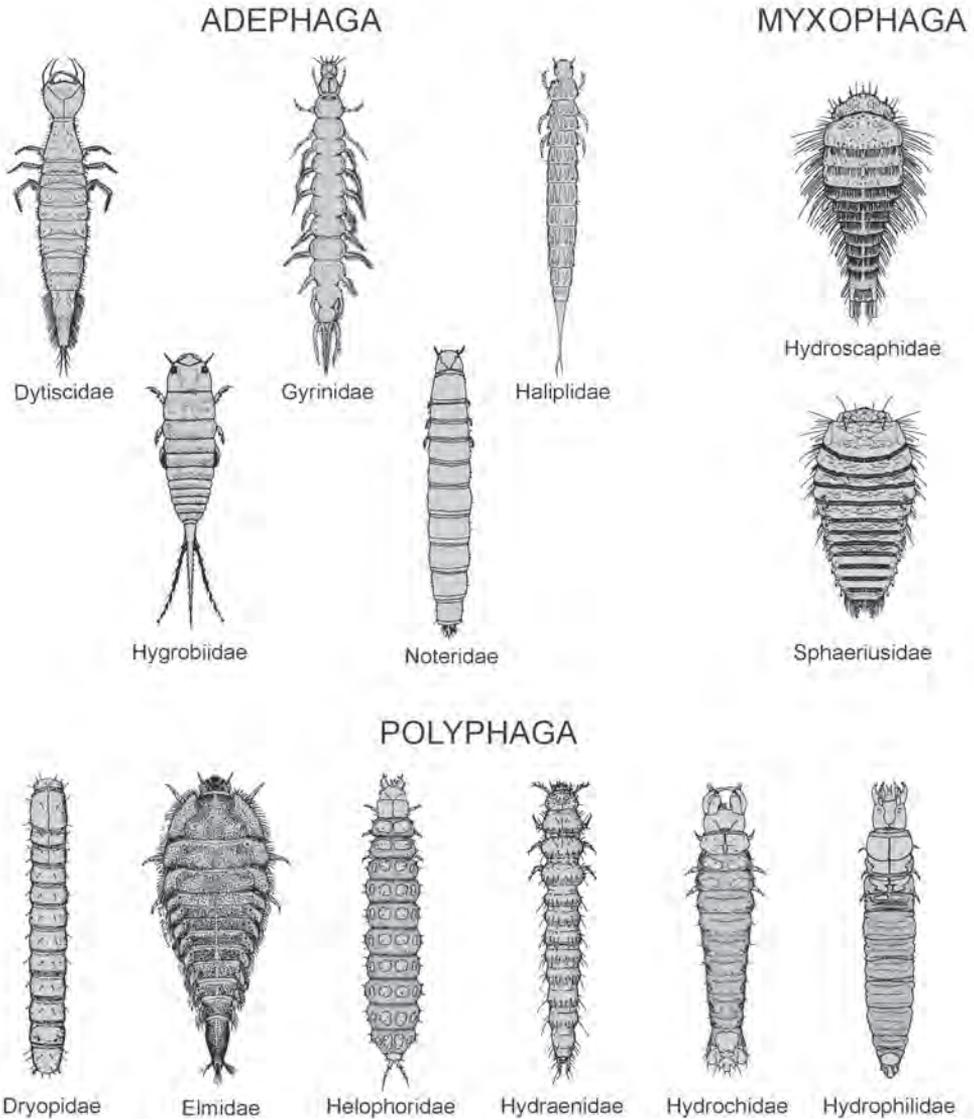


Figura 1.2. Formas larvianas de las familias de coleópteros acuáticos presentes en la península ibérica. Dytiscidae, Haliplidae, Noteridae, Hydroscaphidae, Sphaeriusidae, Dryopidae, Helophoridae, Hydrochidae e Hydrophilidae, tomados y modificados de Beutel y Leschen (2005); Gyrinidae, Hydraenidae y Elmidae, tomados y modificados de Merrit et al. (2008); Hygrobiidae, tomado y modificado de Tachet et al. (2000).



En resumen, alrededor de 30 familias (13 de ellas en la península ibérica) de escarabajos tienen representantes acuáticos, y en 25 de ellas, al menos el 50% de las especies se consideran acuáticas. Según Jäch y Balke (2008), seis familias incluyen 1000 o más especies acuáticas: Dytiscidae (3908 especies descritas frente a unas 5000 estimadas), Hydraenidae (1380/2500), Hydrophilidae (1800/2320), Elmidae (1330/1850) y Gyrinidae (750/1000). Scirtidae e Hydraenidae se consideran las familias taxonómicamente menos conocidas, de manera que el número de especies descritas en estas dos familias probablemente se duplique relativamente pronto. La región Paleártica (con unas 3350 especies descritas de 3900 estimadas), la Neotropical (2510/3900) y la región Afrotropical (2700/3750) son las regiones más ricas en especies, mientras que la región Oriental (2200/3580), Pacífico/Australiana (1340/2100) y, especialmente, Neártica (1420/1550), son las más pobres. En Europa se han citado alrededor de 1000 especies (Ribera, 2000), mientras que en la península ibérica se reconocen 486 especies y subespecies, de las cuales 480 aparecen en España y solo 6 se distribuyen exclusivamente en Portugal (ver Capítulo 3 para el listado completo de especies).

Familias estudiadas

SUBORDEN MYXOPHAGA

Hydroscaphidae

Presenta una distribución mundial y cuenta con menos de 50 especies descritas (Jäch y Balke, 2008). Los adultos se diferencian claramente del resto de familias acuáticas por su tamaño muy pequeño, forma alargada y élitros truncados, dejando varios segmentos abdominales a la vista (ver Figura 1.1). Los adultos, y especialmente las larvas (ver Figura 1.2), se

suelen encontrar viviendo sobre algas por las que circula una fina película de agua. También pueden ser abundantes en ambientes higro pétricos y sustratos húmedos en los bordes de muchos sistemas fluviales, tanto permanentes como temporales (Richoux, 1982). Aparentemente, algunas especies soportan un amplio rango de temperaturas, habiendo sido encontradas en aguas frías, pero también en fuentes termales (Reichardt, 1973). Se presupone su capacidad voladora dado que se han encontrado en piscinas (Böving, 1914). Se trata de organismos raspadores, que se alimentan básicamente de algas, pero en cuya dieta no es raro encontrar cianobacterias. Se conoce muy poco de su biología, tanto de las formas larvarias como adultas. Al parecer, las puestas son de un único huevo y de gran tamaño, y la metamorfosis a pupa tiene lugar en el agua dentro de la exuvia del último estadio larvario. La respiración se produce a través de espiráculos en las larvas y de una burbuja de aire, que funciona a modo de plastrón en los adultos, formada entre el abdomen y élitros (Merritt et al., 2008), lo que les permitiría estar más tiempo sumergidos (Vanin et al., 2005)

Sphaeriidae

Hasta hace poco tiempo, esta familia se denominaba Microsporidae y el género *Microsporus*, pero la homonimia con la familia de bivalvos Sphaeriidae obligó a realizar diferentes cambios de nombre hasta la denominación actual. Se trata de los escarabajos más pequeños dentro de los considerados acuáticos. La forma esférica de los adultos y su diminuto tamaño permiten diferenciarlos sin problema (ver Figuras 1.1). Es una familia monogénérica (*Sphaerius*), con unas 25 especies que se encuentran en todos los continentes, pero con abundante material presente en los diferentes

museos del mundo todavía sin identificar (Jäch y Balke, 2008). Además, por su reducido tamaño es fácil que pasen desapercibidos en los muestreos de campo, de manera que seguramente son más frecuentes de lo que los datos indican, lo que dificulta un análisis preciso de la diversidad del grupo. Aparecen, generalmente, entre la materia orgánica sumergida de orillas y fondos de diversos tipos de ecosistemas acuáticos, pero también entre el humus en ambientes terrestres. Al igual que en los Hydrosca-phidae, las larvas (ver Figura 1.2) y adultos son raspadores, aunque aparentemente tienen un carácter principalmente detritívoro. Tampoco se conoce mucho de su biología, aunque también parecen poner un único huevo, de gran tamaño, en cada puesta (Beutel y Arce-Pérez, 2005). La respiración se produce a través de espiráculos en las larvas y de una burbuja de aire en adultos, entre el abdomen y los élitros, pero sin funcionar como plastrón (Merrit et al., 2008).

SUBORDEN ADEPHAGA

Dytiscidae

Esta familia recoge a una buena parte de los insectos mejor adaptados a la vida acuática. Además, es de las familias más diversificadas, con casi 4000 especies descritas en unos 200 géneros, repartidos por todos los continentes (Jäch y Balke, 2008). Actualmente se reconocen 10 subfamilias (Nilsson, 2013): Agabinae (388 spp), Colymbetinae (130 spp), Copelatinae (568 spp), Coptotominae (5 spp), Dytiscinae (377 spp), Hydrodytinae (4 spp), Hydroporinae (2012 spp), Laccophilinae (400 spp), Lancetinae (8 spp) y Matinae (8 spp). En general, los adultos se diferencian con facilidad por la forma del cuerpo ovalada y aplanada, y patas traseras adaptadas para la natación (Figura 1.1). Tanto las larvas (Figura 1.2) como los adultos de prácticamente todas las especies son acuáticos,

podiendo vivir en una amplia variedad de ambientes, ya sean lóticos o leníticos, dulces o salinos, permanentes o temporales. Incluso se han encontrado en huecos de troncos y hojas que retienen agua, o zonas hiporreicas y cuevas, habiendo adquirido adaptaciones típicas para estos medios, como la reducción de la duración de los ciclos de vida y el carácter generalista en la alimentación para el primer caso, o la pérdida de la visión y la despigmentación en el caso de los ambientes subterráneos acuáticos. Sólo se conocen 5 especies consideradas terrestres, las cuales se han encontrado viviendo entre la materia orgánica (Jäch, 1998). Sin embargo, no es raro el comportamiento lapidícola, de manera que con cierta frecuencia aparecen bajo piedras (gravas y cantos) fuera del agua, aunque normalmente asociados a los lechos o cerca de la orilla. Se han encontrado desde los 4700 m de altitud hasta 30 m bajo tierra (Balke, 2005). En general son buenos voladores, aunque la diversidad de formas de vida existentes permite encontrar ejemplos para todos los casos, desde especies que vuelan largas distancias (sobre todo las de mayor tamaño) a otras muchas incapaces de volar, o con una capacidad facultativa de vuelo según las condiciones ambientales que predominen. Las larvas pueden ser andadoras o trepadoras, pero también hay muy buenas nadadoras, como pasa con la mayoría de adultos, especialmente las que ocupan ambientes estancos. En ecosistemas salinos de regiones áridas y semiáridas no es raro observar larvas de ditiscidos corriendo fuera del agua en busca de ambientes más húmedos (Millán y colaboradores, datos inéditos). Aunque popularmente se les conozca como depredadores, los hay incluso omnívoros, si bien es cierto que las larvas tienen un comportamiento predominantemente carnívoro. La mayoría de ellas hace una digestión externa



de los tejidos y fluidos de sus presas antes de succionarlos, mientras que los adultos muerden y engullen (Merritt et al., 2008). Los ditiscidos copulan en el agua, y en muchas especies los machos tienen estructuras a modo de ventosas en los tarsos anteriores para sujetarse a las hembras durante la cópula. También hacen la puesta en el agua, poniendo huevos aislados o en paquetes sobre diferentes tipos de sustratos. No es común que protejan los huevos. La pupación se produce en tierra, cerca de la orilla y en zonas con una humedad alta. Hay especies que necesitan un par de años para completar su ciclo de vida, mientras que otras en un par de semanas pasan de salir del huevo a volar como adultos (Kingsley, 1985), especialmente aquellas de ambientes temporales y salinos. En este tipo de ambientes, muy frecuentes en el sureste ibérico, es común que haya especies con múltiples generaciones en un periodo corto de tiempo (Millán y colaboradores, datos inéditos). Los adultos necesitan respirar el oxígeno atmosférico, para lo cual utilizan una burbuja de aire visible en el extremo del abdomen que funciona como una branquia física que tiene que ser renovada periódicamente (Dettner y Peters, 1999). Es posible que esta burbuja de aire funcione de manera similar a un plastrón para especies que viven en aguas subterráneas o aquellas que son capaces de mantenerse activas durante mucho tiempo bajo el hielo (Balke, 2005). Las larvas pueden respirar el oxígeno atmosférico a través de largos espiráculos traqueales, pero también se han observado casos de respiración cutánea en zonas bien oxigenadas. Otros aspectos destacables de esta familia, aunque poco conocidos hasta el momento, son su capacidad para producir

sonido, la secreción de compuestos antimicrobianos y lubricantes, y la presencia de formas parásitas (avispa acuática, nematodos y ácaros) en diferentes etapas de su ciclo de vida.

Gyrinidae

Se trata de otra familia muy bien adaptada a la vida acuática, en particular a aprovechar la tensión superficial del agua para desplazarse de forma vertiginosa por su superficie, por lo que se les conoce como "escribanos del agua" o "molinillos". Sin embargo, también son buenos buceadores cuando la necesidad lo requiere. Contiene 13 géneros y unas 750 especies descritas repartidas por todo el mundo (Jäch y Balke, 2008). Se trata de uno de los grupos más antiguos dentro de los adéfagos acuáticos, con registros fósiles desde el Jurásico (Foster y Friday, 2011). Los adultos (Figura 1.1) se diferencian fácilmente por la presencia de ojos compuestos divididos (Foster y Friday, 2011), que les permiten tener una visión simultánea de la parte aérea y la sumergida. Además, presentan articulado el trocánter del segundo par de patas para poder impulsarse (en la mayoría de coleópteros nadadores el tercer par de patas se utiliza fundamentalmente para impulsarse en la natación, mientras que el segundo se utiliza también para realizar las maniobras de giro). Adultos y larvas (Figura 1.2) de todas las especies son estrictamente acuáticos. Las larvas son bentónicas y los adultos ocupan la película superficial, tanto de ambientes estancos como en zonas remansadas de sistemas fluviales. En este sentido, parece existir un predominio de las especies lólicas conforme nos acercamos a zonas tropicales, mientras que en latitudes mayores predominan las especies leníticas (Beutel y Roughley, 2005). En algunas especies es frecuente el comportamiento gregario, formando enjambres con centenares, incluso miles de indi-

viduos, a veces de varias especies (Ochs, 1969). En general son buenos voladores, al menos las especies del género *Gyrinus* y *Aulognogyrus*, y fuera del agua son capaces incluso de saltar. Juveniles y adultos son depredadores, estos últimos se alimentan especialmente de insectos y arácnidos que quedan atrapados en la película superficial. Al ocupar este tipo de hábitat están muy expuestos a los depredadores (sobre todo aves y peces), por lo que muchas especies segregan sustancias repelentes como defensa. Colocan de 12 a 15 hileras de huevos sobre objetos sumergidos, principalmente plantas, cerca de la superficie. El género *Gyrinus* es capaz de recoger materia orgánica que mezcla con una sustancia adhesiva para formar una cámara protectora donde pupar. Estas cámaras pupales están en el ápice, o cerca de él, en las plantas emergidas (Spangler, 1991). La respiración es similar a la de los ditiscidos, esto es, mayoritariamente traqueal en larvas y a través de una burbuja de aire en adultos (Merrit et al., 2008).

Haliplidae

Es una de las familias mejor conocidas a nivel mundial, presentando en torno a 200 especies descritas incluidas en cinco géneros. Están repartidas por todos los continentes, aunque la diversidad de la familia es mucho mayor en las regiones templadas del hemisferio norte (Jäch y Balke, 2008). Los adultos se diferencian fácilmente por la forma y puntuación del cuerpo, pero sobre todo por la gran expansión de las placas metacoxales (Foster y Friday, 2011). Adultos y larvas (Figuras 1.1 y 1.2) de todas las especies son verdaderamente acuáticos, aunque no muy buenos nadadores, y la larva es anadora. Viven principalmente en aguas estancadas, aunque algunas son de carácter lótico. Se encuentran siempre en presencia de vege-

tación acuática sumergida, en particular algas filamentosas (Vondel, 2005), por las que suelen trepar. Aunque no es común observarlos en vuelo, son capaces de volar, y parece que en zonas tropicales este comportamiento es mucho más frecuente (Vondel, 2005). Existe cierta controversia en cuanto al tipo de alimentación que prefieren. La mayoría de estudios los consideran herbívoros, tanto en su forma larvaria (suctora) como adulta (masticadora) (Merrit et al., 2008, Foster y Friday, 2011), sin embargo, en laboratorio se ha visto que muchas especies del género *Haliphus* son depredadoras (Vondel, 2005). Al igual que otros Adephaga acuáticos, presentan una glándula secretora en la parte dorsal del abdomen, que cumple diferentes funciones (principalmente protección y lubricación). Los adultos respiran por burbuja de aire y las larvas mediante largas branquias traqueales. La cópula se produce en el agua y las puestas se hacen sobre las ramas y hojas de las plantas sumergidas. Cuando la larva está próxima a pupar, sale del agua y se entierra cerca de la orilla.

Hygrobidae

Es una familia monogenérica, con sólo seis especies descritas, que se distribuyen por el Paleártico occidental, China y Australia (Jäch y Balke, 2008). Adultos y larvas (Figuras 1.1 y 1.2) son estrictamente acuáticos y ambos son muy característicos: el adulto por la forma del cuerpo, con una separación clara entre la cabeza y pronoto, a modo de cuello, y la larva por poseer tres cercos terminales muy característicos. Prefieren ambientes estancados, como lagunas y charcas. Tanto los adultos como las larvas son depredadores, teniendo estas últimas las piezas bucales especializadas para alimentarse de oligoquetos del tipo de los tubificidos (Dettner, 2005a), por lo que es común encontrar las es-



pecies del grupo en ambientes muy ricos en materia orgánica finamente particulada (Foster y Friday, 2011). Los adultos emiten un sonido muy característico cuando son capturados o molestados. Respiran en el agua a través de traqueobranquias en larvas y de una burbuja de aire entre abdomen y élitros en adultos. Tanto la larva como el adulto son buenos nadadores, siendo el adulto también buen volador, si bien no suelen verse atraídos por la luz artificial (Dettner, 2005a). Presentan una glándula secretora en la parte dorsal del abdomen, con similares funciones a otros Adepaga. Copulan en el agua, depositando las puestas sobre la vegetación sumergida. La larva, cuando va a pupar, sale del agua y, cerca de la orilla, construye una cámara cerca de la orilla (capullo) donde se introduce para llevar a cabo el proceso de metamorfosis hasta adulto. El adulto está presente durante todo el año, con una sola generación anual. En Asia y Australia las especies de la familia se consideran muy raras y probablemente estén en peligro de extinción por la pérdida y transformación de su hábitat (Dettner, 2005a).

Noteridae

Hasta el momento se conocen tres subfamilias y unos 14 géneros con alrededor de 250 especies repartidas por todos los continentes (Jäch y Balke, 2008). La mayor diversidad aparece en las regiones tropicales y subtropicales (Roughley, 2001). Su forma (Figuras 1.1 y 1.2) es muy parecida a la de los dípteros, de los que se diferencian sobre todo por la forma de las patas y por la presencia de placas metacoxales, muy alargadas y apuntadas en su parte externa. Aunque los adultos y las larvas son acuáticos, no son buenos nadadores. Prefieren orillas de aguas estancadas, ocupando la zona bentónica menos profunda, con vegetación y entre las raíces de las plantas (Dettner, 2005b),

donde es frecuente que excaven galerías. La mayoría de especies son capaces de volar y son atraídas por la luz artificial. También son de los pocos coleópteros acuáticos que pupan bajo el agua, dentro de un capullo que construyen con restos vegetales entre las raíces de las plantas. Tanto las formas juveniles como los adultos son carnívoros, alimentándose especialmente de quironómidos, oligoquetos e, incluso, insectos muertos. Sin embargo, la estructura de las piezas bucales parece apuntar también un tipo de alimentación detritívora u omnívora (Merritt et al., 2008). Las larvas respiran el oxígeno atmosférico a través de traqueobranquias, pero evitan subir a la superficie haciendo orificios en las plantas para así poder recoger el aire. Este mismo comportamiento sirve para llevar aire al capullo donde se produce la metamorfosis. Los adultos respiran mediante burbuja de aire. Se conoce muy poco del ciclo de vida de la mayoría de las especies (Dettner, 2005b).

SUBORDEN POLYPHAGA

Dryopidae

Contiene alrededor de 300 especies incluidas en 33 géneros. Se distribuyen por todas las regiones biogeográficas, pero están ausentes en el continente australiano. En cualquier caso, todavía quedan muchas especies por descubrir depositadas en los museos (Jäch y Balke, 2008). Las larvas en su mayoría tienen hábitos terrestres, aunque no es raro encontrarlas en zonas intersticiales de las orillas. Sin embargo, la mayor parte de los adultos se consideran acuáticos estrictos, con un porcentaje bajo de especies ripícolas, edáficas o arborícolas (Jäch y Balke, 2008). Los adultos se diferencian por la forma del cuerpo, abundante vellosidad y largas patas (Figura 1.1). La principal característica de las larvas es su forma cilíndrica y redondea-

da en los extremos, con patas cortas, lo cual le facilita moverse por los intersticios del sustrato. Viven tanto en ambientes lóticos como leníticos, generalmente en las zonas bentónicas cerca de las orillas, y asociados a la vegetación. Son escarabajos andadores, incapaces de nadar. Por otro lado, se trata de un grupo con numerosos ejemplos de especies con una gran capacidad de vuelo (Merritt et al., 2008), incluso vuelos en masa de diferentes especies. No se conoce mucho sobre su alimentación, aunque tanto larva como adulto parecen tener un importante papel como detritívoros (Kodada y Jäch, 2005a). Algunos hongos ascomicetos son ectoparásitos obligados de diferentes especies de este grupo (Brown, 1981). La larva respira oxígeno atmosférico mediante espiráculos traqueales, mientras que el adulto se rodea de una burbuja de aire en la parte ventral, entre los intersticios de millones de pelos hidrófugos. Hasta ahora no se conoce la historia de vida completa de ninguna especie. Pueden hacer las puestas tanto dentro como fuera del agua y en sustratos de muy diferente tipología (Kodada y Jäch, 2005a).

Elmidae

Se han descrito aproximadamente unas 1330 especies en 146 géneros. Esta familia tiene representantes en todos los continentes. Se reconocen dos subfamilias: Larainae (26 géneros, 130 especies) y Elminae (120 géneros, 1200 especies). Existen, todavía, numerosas especies sin describir en los museos. La filogenia del grupo nunca ha sido estudiada con profundidad, y se desconocen sus relaciones con otras familias próximas. En Elmidae hay una proporción muy alta de géneros en relación a otras familias con un número similar de especies (Hydraenidae por ejemplo), por lo que parece probable que se necesiten reordenaciones taxonómicas para reducir el número de géneros (Jäch y Balke,

2008). En general, la estructura coriácea y rugosa de la cutícula, las patas largas y las fuertes uñas, sirven para identificar a la familia. Todos los estadios de la mayor parte de especies se consideran acuáticos, sin embargo, los adultos de muchos Larainae viven fuera del agua, incluso bastante alejados de ésta. Probablemente la familia Elmidae es una de las que mejor se conoce su ecología. Se trata de especies predominantemente lóticas, pudiendo vivir incluso en zonas de fuerte corriente por su capacidad para sujetarse a las piedras con sus fuertes patas y uñas. Muchas de ellas están condicionadas por la cantidad de oxígeno disuelto y la temperatura del agua. Los adultos utilizan un complejo sistema de respiración, denominado plastrón, que les permite estar debajo del agua sin salir a respirar. Todas estas características hacen que sean muy buenos indicadores de la contaminación del agua. Pocas especies son típicas de lagunas o ambientes estancos. A pesar de que se han observado vuelos en masa, la mayoría de especies sólo vuelan después de emerger como adultos para, una vez en el hábitat adecuado, no volver a hacerlo jamás (Kodada y Jäch, 2005b). Larvas y adultos son raspadores sobre plantas y detritus, aunque hay algunos casos reconocidos que tienen preferencias xilófagas. Se conoce poco sobre la cópula, y la puesta de huevos se hace bajo el agua. En algunos casos pueden hibernar. El desarrollo larvario (5 a 8 estadios) ocurre enteramente en el agua y se suelen encontrar en cualquier época del año (Brown, 1987).

Helophoridae

Familia monogénica con alrededor de 185 especies, más o menos confinada en la región Holártica. Los adultos de la mayoría de las especies se consideran verdaderamente acuáticos, mientras que las larvas son ripícolas



o estrictamente terrestres. El resto de especies, o bien tienen la capacidad de seleccionar las riberas o el agua según las condiciones del medio, o bien son terrestres estrictos (Jäch y Balke, 2008), como ocurre principalmente con las especies del subgénero *Empleurus*, no incluidas en este atlas salvo *Helophorus nubilus*, repetidamente recogido en medio acuático en nuestros muestreos. Se trata de una familia muy bien conocida desde el punto de vista taxonómico, a pesar de la dificultad que supone su identificación por la relativa uniformidad de las especies en morfología y estructura genital masculina. En este sentido, los estudios cromosómicos en el grupo son numerosos (Angus, 1992), ayudando a su identificación. Sin embargo, la familia es muy fácil de diferenciar en sus formas adultas por presentar un cuerpo alargado y, sobre todo, por los 5 surcos que tienen en el pronoto (Figura 1.1). Suelen preferir ambientes estancados, aunque pueden estar también en orillas y remansos de arroyos y ríos. En general se dispersan bien mediante el vuelo, pero son muy malos nadadores. Muchas larvas son depredadoras, pero se conocen casos alimentándose de material vegetal (Angus, 1992), al igual que ocurre con la mayoría de adultos. En algunas especies de hábitos terrestres llegan a ser plaga de cultivos (Angus, 1978). No se conoce bien el número de estadios larvarios, aunque se conocen casos con únicamente dos. Se ha observado que con frecuencia muchas formas juveniles son capaces de desarrollarse durante el invierno (Archangelsky et al., 2005). Las larvas respiran el oxígeno atmosférico a través de espiráculos traqueales y los adultos acuáticos se recubren de una burbuja de aire en su parte ventral similar a un plastrón. Se trata de un grupo que presenta numerosos ejemplos de registros fósiles (Fikáček et al., 2011).

Hydraenidae

Se han descrito en torno a 1500 especies dentro de 40 géneros. Se trata de uno de los grupos más diversificados pese a contar con un número relativamente reducido de géneros. Se encuentran en todos los continentes, incluso en algunas islas subantárticas donde sólo unos pocos insectos son capaces de hacer frente a las hostiles condiciones climáticas. Esta familia contiene probablemente el mayor número de especies no descritas, con estimas de más de 1000 especies aún por describir (Jäch y Blake, 2008). Mientras que los adultos de la mayoría de las especies son acuáticos, otros pueden ser de ribera o estrictamente terrestres. Las larvas son generalmente ripícolas o terrestres, con muy pocos casos donde todos los estadios larvarios son acuáticos, como ocurre por ejemplo en *Ochthebius notabilis*. La familia se diferencia principalmente por su pequeño tamaño y gran desarrollo de los palpos maxilares (Figura 1.1). Las formas de vida acuática son mayoritariamente andadoras, conociéndose muy pocos casos de especies nadadoras, tanto en su forma larvaria como adulta. Un ejemplo de este comportamiento lo tenemos nuevamente con *O. notabilis* (Montes y Soler, 1988). Las especies del grupo son capaces de ocupar ambientes muy diferentes, tanto lóticos como leníticos, muchos de ellos, a veces, de extrema dureza como pozas litorales o arroyos hipersalinos, con valores de salinidad muy superiores a los del mar (Millán et al., 2011). Su capacidad de vuelo está reducida, pero existen casos, sobre todo en zonas áridas y semiáridas, donde es frecuente verlos volar, incluso miles de individuos de diferentes especies antes de una avenida (por ejemplo *O. delgadoi*, *O. tudmirensis* y *O. cuprescens*, J. Miñano comunicación personal, 2000). En cualquier caso, parece que muchos

de estos vuelos son cortos y de carácter errático. Suelen ocupar los ambientes intersticiales de los márgenes de los ecosistemas acuáticos, por lo que son muy buenos indicadores de las condiciones de las riberas y orlas de vegetación de charcas y lagunas. Las larvas respiran el oxígeno atmosférico mediante espiráculos traqueales y los adultos se recubren de una burbuja de aire similar a un plastrón bajo el cuerpo para respirar, introduciendo el aire a través de un conducto formado por el cuerpo y las antenas. En algunos casos llega a funcionar como un verdadero plastrón, de manera que las especies no necesitan salir a la superficie para respirar (Jäch et al., 2005a). No se conoce mucho sobre su alimentación. Así, aunque la mayoría de especies se consideran herbívoras, ramoneando sobre las algas filamentosas o musgos, es probable que existan casos de microbivoría en ambientes hipersalinos, donde sólo pueden vivir estos hidrénidos y unas pocas especies más de dípteros en un tapiz (biofilm) formado por una amplia variedad de microorganismos, especialmente cianobacterias. En cuanto a su ciclo de vida, después de la cópula, las hembras suelen poner varias decenas de huevos de forma aislada sobre diferentes tipos de sustrato (plantas, piedras, etc.). Presentan por lo general tres estadios larvarios y la duración del ciclo de vida puede variar, pero en el sureste ibérico se ha podido comprobar que algunas especies son capaces de completar el ciclo en torno a pocas semanas. Se trata de la familia con un mayor número de especies endémicas o de distribuciones muy restringidas, tanto en la península ibérica como en muchas otras regiones del mundo, algo a tener muy en cuenta en términos de conservación y elaboración de listas rojas de especies amenazadas.

Hydrochidae

Se trata de una familia con un único género, que contiene cerca de 180 especies repartidas por todos los continentes (Jäch y Balke, 2008). Todas las especies se consideran auténticos acuáticos, aunque los hábitos de las formas larvarias se conocen muy poco. Los adultos se diferencian fácilmente por la forma estrecha y alargada del cuerpo y, especialmente, por presentar un pronoto estrecho con cinco depresiones más o menos patentes. Suelen aparecer tanto en hábitat lóticos como leníticos, en general con abundante vegetación acuática. Son escarabajos andadores y trepadores (Merritt et al., 2008). Existe muy poca información sobre su capacidad de vuelo, aunque algunos estudios recientes han observado la capacidad de volar de diferentes especies del grupo, como *Hydrochus angustatus* e *H. flavipennis*. Los adultos son herbívoros y detritívoros, y las larvas depredadoras. Éstas últimas respiran el oxígeno atmosférico mediante espiráculos traqueales, mientras que los adultos forman una burbuja de aire bajo el cuerpo, introduciendo el aire a través de un conducto formado por el cuerpo y las antenas. Se conoce muy poco sobre el ciclo de vida de las especies de esta familia. Suelen hacer las puestas sobre la vegetación mediante huevos encapsulados (Hansen, 1996)

Hydrophilidae

Es una de las familias con mayor diversidad de especies acuáticas. Se conocen unas 2700 especies agrupadas en 174 géneros repartidos por todos los continentes. Comprende seis subfamilias (Short y Fikáček, 2013): (1) Hydrophilinae; (2) Chaetarthriinae (incluyendo a la antigua subfamilia Horelophinae); (3) Acidocerinae (incluyendo a Horelophopsinae); (4) Rygmodinae; (5) Enochrinae y (6) Sphaeridiinae,



que incluye muchas formas terrestres. En total, aproximadamente el 70% de las especies de Hydrophilidae son acuáticas (Jäch y Balke, 2008). La forma ovalada del cuerpo en vista dorsal, con la parte ventral plana, es característica de muchos hidrófilidos (Figura 1.1), aunque presentan formas muy variadas. Pueden vivir en una gran variedad de medios, como ocurre con los dípteros, desde dulces a hipersalinos, lóticos o leníticos, de origen natural o artificial. En aguas corrientes suelen ocupar las zonas más remansadas, entre la vegetación acuática e intersticios del sustrato de la orilla. También han sido encontrados en rezumes de agua y entre el agua que queda retenida en las hojas de los árboles (Archangelsky et al., 2005). Existen muchos ejemplos de especies que vuelan muy bien. Aunque no son excepcionales nadadores como los dípteros, hay bastantes casos de especies que pueden nadar de forma muy efectiva, como las de los géneros *Berosus* o *Hydrophilus*. Muchas larvas son reptadoras o trepadoras, con patas muy cortas. Las larvas son voraces depredadoras, mientras que los adultos por lo general son herbívoros. Existe, sin embargo, una familia relacionada, Spercheidae (no presente en la península ibérica), en la que los adultos son filtradores (Beutel et al., 2001). En la mayoría de especies las larvas respiran por espiráculos traqueales, y los adultos capturan el aire a través de las antenas para generar una burbuja ventral y entre los élitros que, a veces, actúa como un verdadero plastrón (Merrit et al., 2008). Las especies copulan en el agua y muchas de ellas ponen los huevos en una especie de capullo terminado en un largo filamento. Los tres estadios larvarios suelen desarrollarse con relativa rapidez comparado con otros grupos acuáticos. Generalmente pupan fuera del agua, aunque se han observado algunos ca-

sos dentro de ésta (Archangelsky et al., 2005). El género *Hydrophilus* contiene algunas de las especies de coleóptero acuático más grandes, superando los cuatro centímetros en muchos casos. También se conocen casos de simbiosis con protozoos (Archangelsky, 1997), y en algunas especies se han observado ectoparasitismo de dípteros o hemípteros, e incluso se tiene constancia de depredación por parte de larvas de carábido sobre las pupas de hidrófilidos (Erwin, 1967).

Estudio de los coleópteros acuáticos

Muestreo

Los escarabajos acuáticos son un grupo relativamente sencillo y económico de muestrear. Se encuentran asociados al medio acuático, salvo casos excepcionales, como ocurre en algunas especies que se dispersan muy bien y en sus vuelos pueden verse atraídas por diferentes tipos de reflejos luminosos, apareciendo ocasionalmente en medio terrestre (no es raro que durante la noche aparezcan diferentes especies cerca de farolas alejadas del agua, o incluso que durante el día se encuentren encima de los coches, atraídos por su color y los reflejos del sol que despiden). Como hemos visto anteriormente, los "auténticos" escarabajos acuáticos pueden aparecer en un amplio gradiente entre las orillas y el centro de los cuerpos de agua, independientemente de que se trate de ambientes estancados o fluviales. Así, los podemos encontrar semienterrados entre los intersticios formados por el sustrato de la orilla, bajo piedras, entre la vegetación acuática, nadando en superficie o buceando en la columna de agua, sujetos a piedras en las zonas de mayor turbulencia de los ríos o, incluso, formando parte de la fauna hiporreica (zona situada, en general, entre los primeros centímetros bajo la

superficie del lecho de los cauces). Como se ha comentado, estas especies son capaces de ocupar ecosistemas acuáticos muy diferentes. Así, pueden colonizar desde una laguna de alta montaña, prácticamente helada durante todo el año, una charca eutrofizada donde grupos de aves y mamíferos pisotean y beben habitualmente, hasta un arroyo hipersalino lleno de costras de sal, o incluso pequeñas pozas litorales alimentadas por la salpicadura del agua del mar. Los sitios de mayor dureza ambiental (lagunas de alta montaña, turberas, arroyos hipersalinos, aguas termales o aguas subterráneas) suelen recoger comunidades con pocas especies pero altamente singulares, mientras que los arroyos mediterráneos de media montaña y agua dulce, someros y que se desbordan frecuentemente con el aumento de caudal durante las lluvias primaverales, suelen albergar las comunidades más ricas. Es precisamente durante la primavera y hasta finales de septiembre el periodo más adecuado para muestrear coleópteros acuáticos. Esto no quiere decir que los escarabajos puedan colectarse solo durante ese periodo, al contrario, aparecen a lo largo del año porque la mayoría de especies tienen ciclos de vida superiores al año, pero es durante la primavera cuando están más activos y son más abundantes, lo que facilita su captura.

Esta cuestión, como es lógico, dependerá de los objetivos del muestreo. Si se pretende tener una estimación más o menos precisa de la abundancia y riqueza de especies para, por ejemplo,

aplicar índices de diversidad, conocer los ciclos de vida o determinar el tamaño de la población de una especie en un ecosistema acuático, debemos recurrir a métodos cuantitativos (ver Merritt et al., 2008 para más detalles) que permitan asociar los individuos y especies recolectados a una unidad de superficie o volumen, para luego extrapolar esos datos a toda la superficie del área de estudio. Estos métodos cuantitativos se basan en el uso de herramientas de muestreo con unas dimensiones conocidas, como pueden ser cilindros o "core" (Figura 1.3) para medios estancados, o "surber" (Figura 1.4) para los sistemas fluviales. Sin embargo, para estudios generales de carácter extensivo, donde lo que importa es maximizar el número de especies encontradas y, a lo sumo, obtener una estimación de abundancia relativa (qué especies son las más abundantes y cuáles las más raras), entonces es preferible utilizar las mangas entomológicas de agua (Figura 1.5), completando el muestreo con la ayuda de pequeños coladores y recogida directa con pinzas y pinceles. Las mangas suelen tener forma de "D" o triangular, con la base plana en la parte opuesta al mango, para así poder trasegar el fondo rozando con la mayor superficie posible, y la luz de malla suele estar entre 0,5 y 1 mm, con una profundidad del saco de la red entre 30 y 50 cm.



Figura 1.3. Muestreando con core (cilindro) en ambientes estancados.



Figura 1.4. Muestreo con surber en ambientes fluviales: a) detalle; b) contra corriente, recogiendo material de deriva.



A



B

Figura 1.5. Muestreo con manga entomológica: dos momentos de la recogida del material depositado sobre la batea.



La prospección de los sitios siempre se debe hacer de manera sectorizada, buscando aquellos hábitats ecológica y fisonómicamente diferentes. Por ejemplo, dentro de los sistemas fluviales se muestrean zonas de corriente frente a áreas remansadas, zonas con vegetación y otras sin ella, zonas con diferente tipo de sustrato, etc. Dentro de cada sector hay que muestrear pasando la manga intensamente por todos los microambientes (zonas intersticiales, bajo piedras, entre la vegetación acuática y madera flotante o sumergida). De forma complementaria se puede arrojar agua en las orillas, sobre todo en ríos y arroyos, con algún recipiente adecuado (generalmente se utiliza la misma batea en la que se vierten los organismos para su recogida y estudio, ver Figura 1.5b). Muchos escarabajos considerados andadores (mayoría de Polyphaga) se encuentran sobre todo en las orillas, de manera que el agua que se arroja sobre ellas los arrastra y quedan flotando en la superficie, en donde son más fáciles de capturar. La mayoría de escarabajos nadadores (Hydradephaga) también los podemos encontrar de forma habitual en las orillas, aunque su mayor movilidad les permite escapar con facilidad a otras zonas más profundas y alejadas, buscando refugios, por lo que su captura requiere una búsqueda más activa. Sólo algunos escarabajos acuáticos andadores (la mayoría de élmidos y unos pocos hidrénidos) son capaces de vivir en aguas turbulentas, sujetos a las rocas, musgos asociados o bajo piedras, de manera que si queremos capturarlos, hay que trabajar también el lecho de los cauces sometidos a fuertes corrientes.

El tiempo que vamos a emplear en los muestreos dependerá de los objetivos del estudio y de la experiencia de la persona que realice el muestreo. Para muestreos generales, buscando encontrar el mayor número de especies, se puede emplear un tiempo establecido (entre 2 y 5 minutos

por tipo de hábitat es algo habitual) o bien continuar los muestreos hasta que aparentemente no aparezca ninguna especie nueva, para lo que se requiere experiencia en el reconocimiento de los coleópteros acuáticos en el campo. En cualquier caso, si el objetivo es comparar los resultados obtenidos en diferentes localidades, es necesario aplicar siempre un muestreo estandarizado (mismo método y esfuerzo). Una vez recogido el material, se vierte sobre una batea (bandeja) de color blanco procurando escurrir bien la manga para que no quede agua, lo que facilita la visualización y captura de las especies. Cuando ya se ha recogido representación de los ejemplares más activos se puede añadir un poco de agua para sumergir el material de la batea y hacer que otros ejemplares de especies que puedan tener un comportamiento más estático naden o se desplacen, haciéndose visibles y asegurándonos así de que hemos revisado bien nuestra muestra. Este proceso puede variar dependiendo de la extensión de la zona a muestrear pero, por regla general, no suele exceder la hora. Durante el muestreo se puede hacer un primer esfuerzo de identificación de acuerdo a la morfología externa, dependiendo de la experiencia de los recolectores en el grupo y la zona de estudio. Los ejemplares se suelen introducir en botes de plástico, se fijan con alcohol diluido al 75% (de mayor concentración si queremos utilizarlos para estudios genéticos) y se etiquetan para transportarlos al laboratorio, donde se estudian bajo lupa binocular y microscopio para completar las identificaciones realizadas en el campo. Siempre es recomendable recoger la mayor información posible de los puntos de muestreo. Así, una pequeña descripción del sitio, con georreferenciación, fotos generales y de detalle, indicación del tipo de hábitat, identificación de posibles impactos, y algunas medidas in situ (temperatura del agua, conductividad y pH) resul-



tan de gran utilidad para poder asociar la presencia de las especies y riqueza de cada punto de muestreo a características ambientales. La última etapa de este proceso, al objeto de sacar el mayor partido a los datos obtenidos, conllevaría almacenar adecuadamente el material e incorporar la información a una base de datos.

Identificación

Algunas especies de coleópteros acuáticos se pueden identificar mediante el estudio de ca-

acteres externos (muchos Adephaga y algunos Polyphaga se pueden identificar hasta especie por la forma del cuerpo y el patrón de coloración), pero en la mayoría de los casos, para una identificación precisa resulta imprescindible el estudio de la genitalia masculina. En la Figuras 1.6 y 1.7 se muestran respectivamente esquemas generales de las principales partes externas de un coleóptero acuático tipo y algunos ejemplos de las estructuras genitales masculinas de algunas especies de las familias más representativas.

Figura 1.6. Vista dorsal y ventral de las principales estructuras de un coleóptero acuático generalizado (modificado de Larson et al., 2000). 1) pronoto, 2) estría pronotal, 3) escutelo; 4) estría elitral basal, 5) parasutura elitral, 6) sutura elitral, 7) estría elitral lateral, 8) élitro, 9) espina elitral, 10) puntuación en hilera, 11) carena, 12) fovea 13) reborde pronotal, 14) vertex, 15) cabeza, 16) labro, 17) palpo maxilar, 18) palpo labial, 19) antena, 20) gula, 21) mesoventrito, 22) metaventrito, 23) metacoxa, 24) placas lisas de la metacoxa, 25) fémur, 26) trocánter (metatrocánter), 27) tibia (metatibia), 28) tarsómeros (metatarsómeros), 29) esternitos abdominales, 30) proceso metacoxal, 31) área rugosa estriduladora, 32) quilla, 33) apófisis prosternal (proceso del ventrito protorácico) 34) epipleras elitrales, 35) procoxa, 36) epiplera protorácica, 37) epistoma.

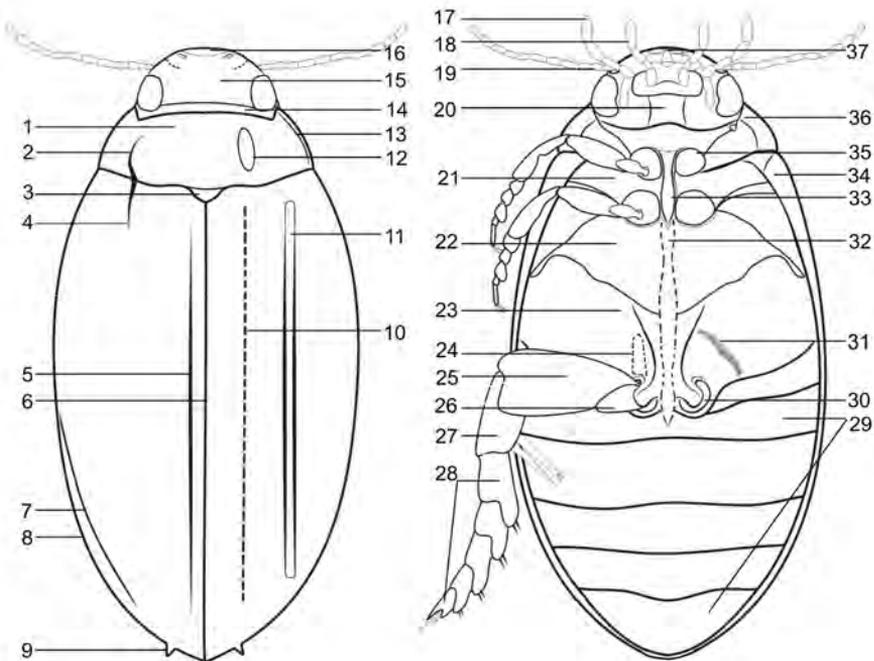
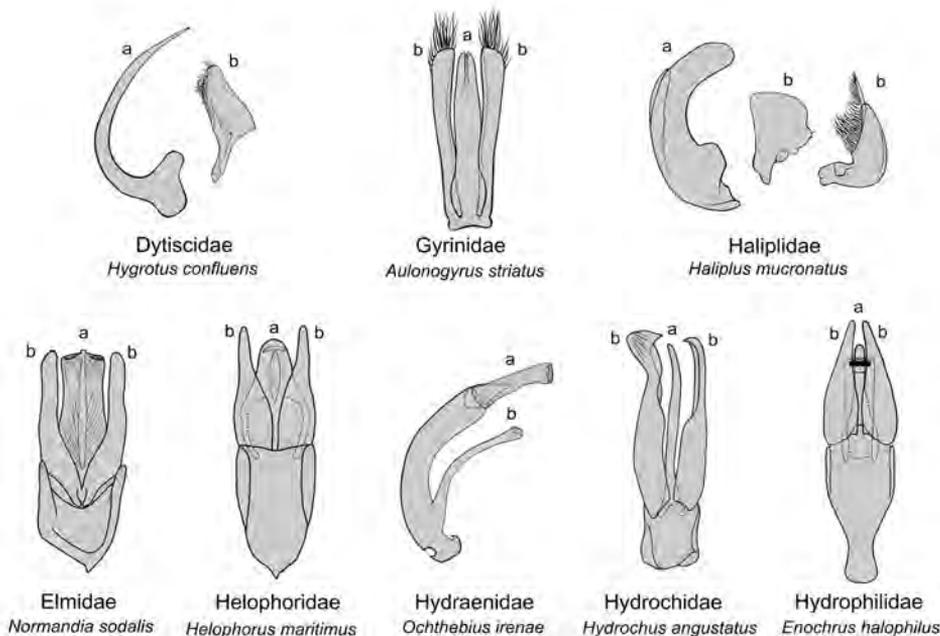


Figura 1.7. Representación de genitales masculinos correspondientes a algunas de las familias de coleópteros acuáticos más comunes: a) pene; b) parámetros. *Normandia sodalis* está tomada y modificada de Berthélemy (1979); *Helophorus maritimus*, *Hydrochus angustatus* y *Enochrus halophilus* están tomadas y modificadas de Drost et al. (1992).



Además de numerosos catálogos mundiales (Hydraenidae, Hansen, 1998; Dytiscidae, Nilsson, 2001; Hydrophiloidea, Hansen, 1999, etc.) o paleárticos (Löbl y Smetana, 2003, 2004, 2006), donde podemos recabar información sobre la distribución de las especies, existen muchos trabajos monográficos y divulgativos que ayudan a conocer e identificar, bien en su conjunto o alguna de las familias más representativas, a los escarabajos acuáticos. Así, destacan, por orden alfabético, los estudios de Angus (1992), Foster y Friday (2011), y Foster et al. (2014) para las Islas Británicas; Balke et al. (2004) para Malasia; Ciegler (2003) para Carolina del Sur; Drost et al. (1992) para los Países Bajos; Franciscolo (1979) para Italia; Hansen (1987) y Nilsson y Holmen (1995) para Escandinavia; Guignot (1947) para Francia; Guignot (1959a y b, 1961) para África; Hendrich et

al. (2004) para Singapur; Jäch y Ji, (1995, 1998 y 2003) para China, Larson et al. (2000) para América del Norte o Perkins (1980) para el hemisferio oeste. Finalmente, Beutel y Leschen (2005) y Leschen et al. (2010) recogen en los volúmenes 1 y 2 del Manual de Zoología (Handbook of Zoology), dedicados a los coleópteros, la información más exhaustiva conocida sobre la morfología, sistemática, biología y ecología del grupo, incluyendo todos los coleópteros considerados acuáticos. Sin embargo, en España, a pesar de los numerosos trabajos y grupos de investigación dedicados a este grupo (ver Presentación de este atlas), no existe todavía un estudio que permita la identificación del conjunto de coleópteros acuáticos, de manera que hay que recurrir a los trabajos generales arriba mencionados y a una gran cantidad de trabajos específicos (ver Capítulo 3).



Glosario

Arborícola: que prefiere la vida sobre los árboles.

Alga filamentosa: plantas inferiores (sin verdaderos tejidos y órganos), mono o pluricelulares, que viven mayoritariamente en el agua.

Biofilm: tapiz formado por restos de animales y plantas, así como algas y microorganismos que cubren los lechos de muchos cuerpos de agua.

Bivalvo: aquellos animales pertenecientes al orden Mollusca que presentan dos valvas

Cavernícola: que vive en cuevas.

Capullo: envoltura hecha con secreciones y restos vegetales y/o minerales de diferente naturaleza, en el que se encierran las larvas de algunos insectos para realizar su metamorfosis a adultos.

Cutícula: capa externa del exoesqueleto de un insecto.

Cercó: apéndice abdominal en insectos, normalmente con función muy variada (sensorial, defensiva, respiratoria, etc.).

Coxa (pro, meso, metacoxa): pieza de las patas de los insectos por la que éstas se unen y articulan al cuerpo. Procoxa situada en patas anteriores, mesocoxa en las intermedias y metacoxa en las posteriores.

Ectoparásito: parásito externo, que vive sujeto al hospedador en su superficie.

Edáfico: que vive en las capas superficiales del suelo.

Élito: ala de consistencia dura que cubre parte del tórax y abdomen en los coleópteros.

Espiráculo (traqueal): orificio en el cuerpo de los insectos por el que introducen el oxígeno atmosférico. Normalmente, los espiráculos se encuentran conectados a un sistema traqueal

o conjunto de tubos de diferente longitud y diámetro que reparten el aire por todos los tejidos del insecto.

Exuvia: cutícula que se deshecha (muda) durante el crecimiento del insecto.

Fitófilo: que muestra preferencia por las plantas.

Herbívoros: que se alimenta de plantas.

Hiporreico: organismos que viven bajo el lecho de los sistemas fluviales, generalmente en los primeros centímetros.

Higropétrico: referente al tipo de hábitat generado sobre paredes o piedras bañadas por una fina capa de agua.

Holometábolo: insecto que presentan metamorfosis compleja.

Homonimia: situación en la que dos taxones tienen el mismo nombre. En principio el que tiene prioridad es el que se ha descrito antes; el otro pasa a ser inválido, teniendo que remplazarse.

Lapidícola: que se encuentra bajo piedras.

Lótico: relativo a las aguas corrientes, como arroyos o ríos.

Lenítico: relativo a las aguas estancadas, como lagunas o charcas.

Metamorfosis: proceso por el cual un insecto pasa de estado larvario a adulto.

Microbívoros: que se alimenta de organismos microscópicos.

Monofilético (monofilia): Se dice de un grupo de organismos que incluye a todos los que han evolucionado a partir de un ancestro común, y solo a ellos.

Plastrón: sistema respiratorio complejo que posibilita la respiración de los insectos bajo el agua. En algunos casos, cuando esta estruc-

tura está muy especializada, permite que los individuos no tengan que salir a la superficie a respirar.

Pronoto: placa externa dorsal del exoesqueleto de un insecto, situada entre la cabeza y los élitros.

Pupa: etapa del ciclo de vida de un insecto, entre larva y adulto, en la que se produce la metamorfosis.

Raspador: organismo que se alimenta raspando la materia vegetal con las piezas bucales.

Ripario/Ripícola: que suele vivir asociado a las orillas de los sistemas fluviales.

Tarso: parte distal de la pata de un insecto.

Taxón: organismo o grupo de organismos emparentados que recibe un nombre en latín según una clasificación dada.

Taxonomía: ciencia que clasifica, ordena y nombra los organismos dentro de la biología.

Termitófilo: asociado a las termitas.

Traqueobranquia: estructura respiratoria que, en insectos acuáticos, funciona de forma mixta, como una tráquea (ver espiráculo traqueal) y como una branquia en insectos acuáticos.

Xilófago: que se alimenta de madera.

