
Coleópteros hipogeos protegidos o que requieren medidas de conservación en Cataluña

M. Prieto, J. Agulló, F. Fadrique & G. Masó

Prieto, M., Agulló, J., Fadrique, F. & Masó, G., 2015. Coleópteros hipogeos protegidos o que requieren medidas de conservación en Cataluña. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 13: 164–188.

Abstract

Hypogean beetles that are protected or that require conservation measures in Catalonia.—Hypogean species are characterized by their profound adaptations to the adverse conditions of their subterranean habitats. Such specialization, however, makes them particularly vulnerable to alterations in their habitat. In the Autonomous Community of Catalonia several legislative tools have been developed to protect threatened invertebrates, and most beetle species included in Decree 328/1992 protecting Areas of Natural Interest in Catalonia (PEIN) or considered in the future decree on the protection of Catalan invertebrates (CFAC) are linked to subterranean habitats. In the present revision we compile regulations and other documents relating to the protection of beetle hypogean fauna in Catalonia. We provide updated faunistic and biogeographic data as well as information on the conservation status of the species, most of which are endemisms confined to a small area. Some of these species have been monitored in recent years by the Arthropod Department of the Natural Sciences Museum of Barcelona (in collaboration with the Catalan Biospeleology Association) and the results of these studies are briefly discussed.

Key words: Hypogean coleoptera, Biodiversity, Endemicity, Protected species, Conservation, Subterranean environment, Catalonia

Resumen

Coleópteros hipogeos protegidos o que requieren medidas de conservación en Cataluña.—La fauna hipogea se caracteriza por su estrecha adaptación a las condiciones adversas del dominio subterráneo. Tal grado de especialización, sin embargo, la hace especialmente vulnerable a las alteraciones de su hábitat. En el ámbito de Cataluña existen diferentes normas legislativas para la conservación de invertebrados amenazados. De hecho, gran parte de las especies de coleópteros contempladas en el Decreto 328/1992 del Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN) o en el futuro catálogo de la fauna amenazada de Cataluña (CFAC), están asociadas al dominio subterráneo. El presente trabajo recopila la normativa aplicable y otros documentos relativos a la protección de la fauna de coleópteros hipogeos de Cataluña. Se aportan datos faunísticos y biogeográficos actualizados, así como la información disponible sobre el estado de conservación de las especies consideradas, la

mayoría endemismos circunscritos a un área reducida. Por último, se comentan brevemente los resultados del seguimiento de algunas de estas especies realizado durante los últimos años por el Departamento de Artrópodos del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona, en colaboración con la Asociación Catalana de Biospeleología.

Palabras clave: Coleópteros hipogeos, Biodiversidad, Endemicidad, Especies protegidas, Conservación, Medio subterráneo, Cataluña

Resum

Coleòpters hipogeus protegits o que requereixen mesures de conservació a Catalunya.— La fauna hipogea es caracteritza per una estreta adaptació a les condicions adverses del domini subterrani. Tal grau d'especialització, però, fa que esdevingui especialment vulnerable a l'alteració del seu hàbitat. En l'àmbit de Catalunya hi ha diferents normes legislatives per a la conservació d'invertebrats amenaçats. De fet, bona part de les espècies de coleòpters incloses en el Decret 328/1992 del Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN) o en el futur Catàleg de la Fauna Amenaçada de Catalunya (CFAC), estan associades al domini subterrani. El present treball recopila la normativa aplicable i altres documents relatius a la protecció de la fauna de coleòpters hipogeus de Catalunya. S'hi aporten dades faunístiques i biogeogràfiques actualitzades, així com la informació disponible sobre l'estat de conservació de les espècies considerades, la majoria endemismes circumscriu a una àrea reduïda. Finalment, es comenten breument els resultats del seguiment d'algunes d'aquestes espècies portat a terme durant els últims anys pel Departament d'Artròpodes del Museu de Ciències Naturals de Barcelona, en col·laboració amb l'Associació Catalana de Biospeleologia.

Paraules clau: Coleòpters hipogeus, Biodiversitat, Endemicitat, Espècies protegides, Conservació, Medi subterrani, Catalunya

Received: 04/09/15; Conditional acceptance: 09/11/15; Final acceptance: 05/04/16

Miguel Prieto, Jordi Agulló, Florentí Fadrique & Glòria Masó, Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Passeig Picasso s/n., 08003 Barcelona, Spain.

Corresponding author: M. Prieto. E-mail: m.primanz@gmail.com

Introducción

La exploración del medio subterráneo o hipogeo y el estudio de su fauna cuentan en España con una trayectoria que se remonta al último tercio del siglo XIX, y que se consolidó a principios del XX con el establecimiento de la biospeleología como ciencia formal (Español & Escolà, 1969; Bellés, 1987, 1994). En Cataluña, la labor pionera de Ricardo Zariquiey, colaborador de la organización "Biospeologica", tendrá continuidad en la figura de Francesc Español, conservador de entomología y más tarde director del Museo de Zoología de Barcelona (actualmente Museo de Ciencias Naturales de Barcelona). La escuela creada por Español y el florecimiento desde los años sesenta de grupos espeleológicos catalanes proporcionan un notable impulso a la investigación biospeleológica, canalizada, hasta el día de hoy, a través de numerosos especialistas y colaboradores, la mayoría vinculados con el Museo (Español & Escolà, 1969; Federació Catalana d'Espeleologia, 1981; Bellés, 1987, 1988; Escolà, 1988). Tal actividad se ha traducido en un amplio conocimiento de los coleópteros hipogeos de Cataluña, y también, desde hace décadas (Español, 1976; Gadea & Español, 1976), en una marcada sensibilidad por la protección de su hábitat.

En los últimos años se han elaborado normas legales para la protección del patrimonio natural, tanto en el ámbito territorial de España como de Cataluña. Si bien, por lo que respecta a la fauna, la preocupación se ha dirigido preferentemente hacia los vertebrados, el creciente interés por el papel que desempeñan los invertebrados en la conservación de los ecosistemas se ha materializado en diversas iniciativas orientadas a su estudio y protección (Viejo & Sánchez–Cumplido, 1995; Verdú & Galante, 2006, 2009; Institutió Catalana de Història Natural, 2008; Verdú et al., 2011).

En este trabajo se aporta un inventario de los coleópteros hipogeos actualmente protegidos o que requieren medidas de conservación en Cataluña (refiriéndonos en este último caso a aquellos que se han propuesto para su futura protección legal o figuran en listas rojas de especies amenazadas). Se abordan algunos aspectos faunísticos y se detalla la normativa legal y otros documentos relacionados con su protección. Se incluyen también algunas consideraciones generales sobre ecología, biogeografía y conservación del medio subterráneo, referidas al conjunto de la fauna de coleópteros hipogeos de Cataluña. Por último se comentan brevemente los resultados del seguimiento de algunas de estas especies, obtenidos en el marco de los proyectos desarrollados durante los últimos años por el departamento de Artrópodos del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona (MCNB), en estrecha colaboración con la Asociación Catalana de Bioespeleología (BIOSP).

Normativa legal y otros documentos relacionados con la protección de los coleópteros hipogeos de Cataluña

De todas las normas para la protección del medio natural y de la fauna salvaje aplicables en Cataluña, el Decreto 328/1992 del Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN) es la primera que incluye, en su anexo 4 (fauna estrictamente protegida), una lista de coleópteros hipogeos. Se trata, de hecho, de una de las primeras de España que, conforme a lo dispuesto en la Ley estatal 4/1989 de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres, incorpora un catálogo de especies, entre las que figuran numerosos invertebrados (Viejo & Sánchez–Cumplido, 1995). La conservación de los organismos sólo es eficaz si la protección se extiende a sus hábitats naturales, especialmente amenazados en el ámbito mediterráneo (Folch, 1976; Balleto & Casale, 1991). Dado que una elevada proporción de coleópteros hipogeos son endémicos de los espacios naturales incluidos en el PEIN, esta norma (que declara explícitamente la protección del medio natural de las especies) ofrece, en principio, cobertura suficiente para su conservación integral.

Más recientemente la Institutió Catalana d'Història Natural (2008) ha elaborado una lista de invertebrados que requieren medidas de conservación en Cataluña. El documento aporta fichas detalladas para cada una de las especies incluidas, con datos sobre su distribución, hábitat, biología, factores de amenaza y medidas de conservación, así como una recopilación de las normativas catalana, estatal e internacional aplicables; también recoge las categorías de amenaza establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y por el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (CNEA, creado por la Ley 4/1989). El listado de la ICHN constituye la base, por lo que a los invertebrados se refiere, para el proyecto de decreto de 2010 del Catálogo de la Fauna Amenazada de Cataluña y de otros aspectos relativos a la fauna protegida (CFAC: anexo 1). La futura norma garantiza la protección de las especies en toda su área de distribución en Cataluña, e incorpora nuevos taxones a los ya enumerados en el decreto del PEIN.

Al margen de los criterios adoptados para la selección de las especies que se consideran amenazadas o la omisión de algunos grupos importantes de invertebrados, debe destacarse la elevada proporción de representantes hipogeos entre los coleópteros que figuran en los documentos referidos. Así, dos terceras partes de los coleópteros incluidos

en el anexo 4 del PEIN (un total de 39 taxones) están asociados al medio subterráneo. En cuanto al listado de la ICHN, casi un tercio de las 29 especies de coleópteros son hipogeas, las mismas que aparecen en el CFAC (especies vulnerables).

En el ámbito estatal, ningún coleóptero subterráneo consta entre las especies protegidas por el vigente Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEa). El Libro Rojo de los Invertebrados Amenazados de España (Verdú & Galante, 2006) y sus actualizaciones posteriores (Verdú & Galante, 2009; Verdú et al., 2011) sólo incluyen una especie catalana, *Zariquieya troglodytes* Jeannel, 1924, clasificada como vulnerable. Aunque la proporción de coleópteros hipogeos es comparativamente menor (alrededor del 15%) que la observada en el PEIN o en las lista de la ICHN/CFAC (dentro de sus respectivos ámbitos territoriales), se reconoce explícitamente en el Libro Rojo la importancia conservacionista del medio subterráneo y la inclusión de varias especies representa, en este sentido, un avance considerable. La protección de los hábitats subterráneos está contemplada en la directiva de hábitats (DH) de la Comunidad Europea (directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres), dentro del apartado de "Hábitats rocosos y cuevas" de su anexo I. El correspondiente manual de interpretación de los hábitats de la Unión Europea destaca, entre la fauna asociada a este medio (apartado número 8310 "Cuevas no explotadas por el turismo") a los representantes de los grupos Bathysciinae (actualmente Leptodirini, familia Leioldidae) y Trechinae (familia Carabidae). Ninguna especie ibérica figura, sin embargo, en la DH (o en sus versiones posteriores) y lo mismo sucede en lo que se respecta al Convenio CITES, el Convenio de Berna (CB) o la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En la tabla 1 se indican las normas legales, documentos y organismos implicados en la protección de fauna que se mencionan a lo largo del presente trabajo.

Faunística

En la tabla 2 se relaciona las especies de coleópteros hipogeos que gozan de algún tipo de protección en Cataluña o figuran en catálogos o listas rojas de invertebrados, así como las categorías de amenaza según los criterios de la UICN y del CNEA. La nomenclatura original utilizada en los documentos referidos se ha actualizado según el proyecto Fauna Europaea (Alonso-Zarazaga, 2013; Audisio, 2013), introduciendo algunos cambios basados en revisiones recientes (Salgado et al., 2008; Faille et al., 2015; Rizzo & Comas, 2015).

En ciertos casos el PEIN no concreta las especies o subespecies, limitándose a indicar el género al que pertenecen y el espacio natural protegido. La nomenclatura aplicada en la elaboración del decreto (aprobado hace más de dos décadas) ha sido actualizada tras sucesivas revisiones taxonómicas, de manera que leiódidos originalmente asignados a diversos géneros se han reunido actualmente en uno solo de ellos (así sucede con las especies de *Troglocharinus*, adscritas según el PEIN a los géneros *Antrocharidius*, *Speophilus* y *Troglocharinus*). *Troglocharinus* sp. (protegida en Montserrat, sierra del Montsec, Sant Llorenç del Munt i l'Obac) debe incluir, de acuerdo con su distribución (Salgado et al., 2008), las especies *T. hustachei* Jeannel, 1911 (protegida en la sierra del Montsec) y *T. kiesenwetteri* (Dieck, 1869) (protegida en Montserrat y Sant Llorenç del Munt i l'Obac); asimismo *Anillochlamys* sp. (protegida en la sierra de Llaberia) debe corresponder a *Paranillochlamys velox* Zariquiey, 1940 (Salgado et al., 2008). El PEIN declara la protección de *Antrocharidius* sp. en las montañas de Tivissa-Vandellòs, aunque no tenemos constancia de la presencia en dicha zona de *Troglocharinus orcinus* (Jeannel, 1910), única especie del antiguo género *Antrocharidius*, cuya distribución se extiende más al norte. Por otra parte, la cita de *Geotrechus* sp. de Tossals d'Isòvol i Olopte debe de referirse a *G. delioli* Faille, Bordeaux, Bellés & Fresneda, 2015 (Faille et al., 2015); *Troglophytes* sp., protegida en este mismo espacio natural, se corresponde al actual *Ceretophyes riberai* (Español, 1967).

Tabla 1. Normas legales, documentos y organismos relacionados con la protección de fauna citados en el texto, con indicación de las siglas utilizadas y el ámbito geográfico de aplicación. Se destacan con un asterisco aquellas que incluyen listados con especies de coleópteros hipogeos que habitan en Cataluña.

Table 1. Legal regulations, documents and organizations related to the protection of the fauna cited in the text, indicating the acronyms used and the geographic scope. Those that include lists with hypogean beetles found in Catalonia are indicated with an asterisk.

| Sigla | Normas legales, documentos y organismos mencionados en el texto | Ámbito de aplicación |
|--------------|---|--|
| ALRIE-VU* | Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados Amenazados de España (especies vulnerables) (Dirección General del Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Madrid, 2011). | España |
| CB | Convenio relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural de Europa (Bema, 19 de setiembre de 1979). | Europa |
| CEEA | Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas (BOE, 46, 23 de febrero). | España |
| CFAC* | Proyecto de Decreto del Catálogo de la Fauna Amenazada de Cataluña, y de otros aspectos relativos a la fauna protegida. Anexo 1. Catálogo de la Fauna Amenazada de Cataluña. Sección Segunda. Especies "Vulnerables" (Anuncio de información pública: DOGC, 5605, 12 abril de 2010). | Cataluña |
| CITES | Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Washington, 3 de marzo de 1973). | Mundial |
| CNEA | Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres (BOE, 74, 28 de marzo) [Creación del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas]. | España |
| DH | Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Diario Oficial de las Comunidades Europeas n° L 206/7 de 22/07/1992). | Unión Europea |
| ICHN* | Invertebrados que requieren medidas de conservación en Cataluña (Institució Catalana d'Història Natural, Barcelona, marzo de 2008). | Cataluña |
| LRIE* | Libro Rojo de los Invertebrados de España (Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 2006). | España |
| PEIN* | Decreto 328/1992, de 14 de diciembre, por el que se aprueba el Plan de Espacios de Interés Natural (DOGC, 1714, 1 marzo de 1993). | Espacios naturales detallados en el anexo 1 (Cataluña) |
| UICN | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza IUCN 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. < http://www.iucnredlist.org > Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 3.1. Segunda edición (UICN 2001, 2012). < http://www.iucnredlist.org/documents/redlist_cats_crit_sp.pdf > | Mundial |

Tabla 2. Coleópteros hipogeos protegidos o que requieren medidas de conservación en Cataluña, clasificados por familias, con indicación, en el caso del PEIN, del espacio natural de aplicación (especies estrictamente protegidas): AIGa. l'Alta Garrotxa; Cd–Mx. Serres del Cadí–el Moixeró; Clbra. Collsacabra; Cr–Bo. Serres de Cardó–el Boix; Creus. Cap de Creus; Guill. les Guilleries; Is–Ol. Tossals d'Isòvol i Olopte; Llab. Serra de Llaberia; Mi–Qr. Serra de Miralles–Queralt; Mtrat. Montserrat; Mtsec. Serra del Montsec; Mtsià. Serra de Montsià; Mtsny. Massís del Montseny; Ports. Els Ports; Prads. Muntanyes de Prades; StLI–Obac. Sant Llorenç del Munt i l'Obac; Tr–Fr. Capçaleres del Ter i del Freser; Turp. Serra de Turp; VoGa. Zona Volcànica de la Garrotxa. Se han utilizado las siglas de la tabla 1. Las categorías de amenaza aplicadas en las normas o documentos respectivos (VU. Vulnerable; SE. Sensible a la alteración del hábitat) corresponden a las establecidas por la UICN⁽¹⁾ y por el CNEA⁽²⁾. Cuando existen discrepancias con la nomenclatura adoptada en este trabajo, se han añadido los nombres científicos originales. Se indica asimismo la existencia de especímenes tipo depositados en la colección entomológica del MCNB (+).

Table 2. Species of hypogean beetles that are protected or require conservation measures in Catalonia, classified by families. In the case of PEIN, the natural area of application is indicated (strictly protected species). (For abbreviations see above). The acronyms used are those given in table 1. The categories of threat applied in the respective regulations or documents (VU. Vulnerable; SE. Sensitive to habitat alteration) correspond to those established by the UICN⁽¹⁾ and by the CNEA⁽²⁾. In cases of discrepancies with the nomenclature adopted in this paper, the original scientific names have been given. Type specimens deposited in the entomological collection of MCNB are also indicated (+).

| Coleópteros (nomenclatura actualizada) | Norma legal o propuesta para su protección | PEIN | Tipos |
|---|---|-------|-------|
| Familia Leiodidae | | | |
| <i>Ceretophyes riberai</i> (Español, 1967) | PEIN (como <i>Troglophytes</i> sp.) + ICHN [VU ¹ / SE ²] + CFAC [VU] | Is–Ol | + |
| <i>Paranillochlamys urgellesi</i> (Español, 1965) | PEIN (como <i>Anillochlamys urgellesi</i>) | Mtsià | + |
| <i>Paranillochlamys velox</i> Zariquiey, 1940 | PEIN (como <i>Anillochlamys</i> sp.) | Llab | + |
| <i>Parvospeonomus canyellesi</i> (Lagar, 1974) | PEIN (como <i>Speonomus canyellesi</i>) + ICHN [VU ¹ / SE ²] + CFAC [VU] | Mtsny | + |
| <i>Parvospeonomus urgellesi</i> (Español, 1964) | ICHN [VU ¹ / SE ²] + CFAC [VU] | | + |
| <i>Perriniella bofilli</i> Zariquiey, 1924 | PEIN (como <i>Perriniella</i> sp.) + ICHN [VU ¹ / SE ²] + CFAC [VU] | Tr–Fr | + |

Tabla 2. (Cont.)

| Coleópteros (nomenclatura actualizada) | Norma legal o propuesta para su protección | PEIN | Tipos |
|---|--|-------------------------------|--------------|
| <i>Perriniella faurai</i> Jeannel, 1910 | PEIN (como <i>Perriniella</i> sp.) + ICHN [VU ¹ / SE ²] + CFAC [VU] | Tr–Fr | |
| <i>Pseudospeonomus raholai</i> (Zariquiey, 1922) | PEIN (como <i>Pseudochlamys raholai</i>) | Creus | + |
| <i>Troglocharinus hustachei</i> Jeannel, 1911 | PEIN (como <i>Troglocharinus</i> sp.) | Mtsec | + |
| <i>Troglocharinus kiesenwetteri</i> (Dieck, 1869) | PEIN (como <i>Troglocharinus</i> sp. y <i>Speophilus kiessenwetteri</i> [sic]) | Mtrat, StLL–Obac | + |
| <i>Troglocharinus orcinus</i> (Jeannel, 1910) | PEIN (como <i>Antrocharidius orcinus</i>) | Prads | + |
| Familia Carabidae | | | |
| <i>Catalanodytes bellesi</i> (Lagar, 1971) | ICHN [VU ¹ / VU ²] + CFAC [VU] (como <i>Reicheia (Catalanodytes) bellesi</i>) | | |
| <i>Duvalius (Duvalius) berthae</i> (Jeannel, 1910) | PEIN | Prads | + |
| <i>Geotrechus delioli</i> Faille, Bourdeau, Bellés & Fresneda, 2015 | PEIN (como <i>Geotrechus</i> sp.) | Is–Ol | + |
| <i>Geotrechus puigmalensis</i> Lagar, 1981 | PEIN | Tr–Fr | |
| <i>Geotrechus seijasi</i> Español, 1969 | PEIN | Cd–Mx | + |
| <i>Geotrechus ubachi</i> Español, 1965 | PEIN | Turp | + |
| <i>Molopidius spinicollis</i> (Dejean, 1828) | PEIN | Al–Ga, Clbra, Guill, Vo–Ga | |
| <i>Paraphaenops breuillianus</i> (Jeannel, 1916) | PEIN + ICHN [VU ¹ / VU ²] + CFAC [VU] | Ports | |
| <i>Zariquieya troglodytes</i> Jeannel, 1924 | LRIE + ALRIE–VU | | |

Tabla 2. (Cont.)

| Coleópteros (nomenclatura actualizada) | Norma legal o propuesta para su protección | PEIN | Tipos |
|--|--|-------------|--------------|
| Familia Staphylinidae | | | |
| <i>Linderia mariae</i> (Jacquelin du Val, 1859) | PEIN | Cd–Mx | |
| <i>Linderia picanyolae</i> Besuchet, 1985 | PEIN | Clbra | + |
| <i>Tychobythinus escolai</i> Besuchet, 1974 | PEIN (como <i>Tycobitinus</i> [sic] <i>escolai</i>) | Ports | + |
| <i>Tychobythinus listai</i> Besuchet, 1985 | PEIN (como <i>Tycobitinus</i> [sic] <i>listai</i>) | Mi–Qr | + |
| <i>Tychobythinus muntani</i> Besuchet, 1974 | PEIN (como <i>Tycobitinus montani</i> [sic]) | Cr–Bo | + |
| Familia Curculionidae | | | |
| <i>Otiorhynchus</i> (<i>Lixorrhynchus</i>) <i>gridellii bonretorni</i> (Español, 1952) | PEIN (como <i>Troglorrhynchus bonretorni</i>) | Prads | + |
| <i>Otiorhynchus</i> (<i>Lixorrhynchus</i>) <i>zariquieyi</i> (Clermont, 1949) | ICHN [VU ¹ / VU ²] + CFAC [VU] (como <i>Otiorhynchus</i> [sic] <i>zariquieyi</i>) | | + |
| Familia Histeridae | | | |
| <i>Iberacritus vivesi</i> (Español, 1974) | ICHN [VU ¹ / SE ²] + CFAC [VU] | | + |

El PEIN incluye también una especie que ha sido posteriormente descartada de la fauna catalana. Se trata de *Laemostenus (Antisphodrus) levantinus* (Bolívar, 1919) (citada como *Centhosphodrus* [sic] *levantinus*) endémica de la Comunidad Valenciana, a la que se atribuyeron las poblaciones del macizo de Els Ports (provincia de Tarragona) y que corresponden en realidad a *L. (A.) lassallei* Mateu 1989, su vecino geográfico (Ortuño, 2006).

En el documento de la Institució Catalana d'Història Natural (2008) se afirma no disponer de información sobre la presencia en Cataluña de *Leptotyphlus* sp., protegido por el PEIN en la sierra de Llaberia, provincia de Tarragona. El género *Leptotyphlus*, con representantes endogeos, cuenta sin embargo con varias especies catalanas (Gamarra & Outerele, 2009), aunque no hemos hallado datos sobre el mismo en el mencionado espacio natural.

La composición por familias de los coleópteros subterráneos protegidos o que requieren medidas de conservación en Cataluña se representa en la figura 1. Abundan los Carabidae y Leiodidae, familias que reúnen la mayor diversidad de formas adaptadas al medio hipogeo (Decu & Juberthie, 1998). También destacan los Staphylinidae, todos ellos pertenecientes a la subfamilia Pselaphinae.

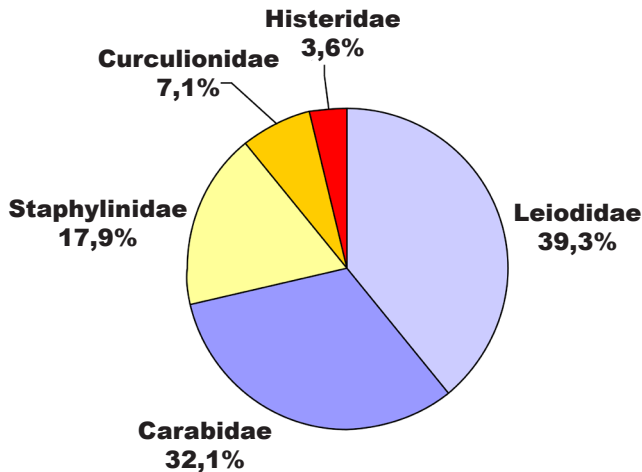


Fig. 1. Proporción de especies de coleópteros hipogeos protegidas o que requieren medidas de conservación en Cataluña, agrupadas por familias.

Fig. 1. Proportion of hypogean species of beetles that are protected or that require conservation measures in Catalonia, grouped by families.

Algunas consideraciones ecológicas y biogeográficas sobre los coleópteros hipogeos de Cataluña

La fauna hipogea comprende desde formas poco modificadas hasta los troglobios estrictos, que muestran las características morfológicas y fisiológicas propias de una estrecha adaptación al medio subterráneo profundo (MSP). Autores como Camacho (1992) y Sket (2008), entre otros, ofrecen una revisión histórica de las distintas clasificaciones de los organismos subterráneos, la mayoría basadas en su grado de dependencia del medio o en su morfología. Sket (2008) adopta el criterio ecológico en su reciente propuesta de clasificación, consistente, por otra parte, con la nomenclatura tradicional (Schiner, 1854; Racovitza, 1907). El MSP constituye uno de los compartimentos en los que se divide el dominio subterráneo, formado, además, por el medio subterráneo superficial (MSS) y también, según algunos autores, el ambiente endogeo (Juberthie et al., 1980, 1981; Juberthie, 1983; Bellés, 1987; Galán, 1993; Juberthie & Decu, 1994; Gianchino & Vailati, 2010; Ortuño & Gilgado 2010). Al margen de las cavidades excavadas en la roca madre (macrocavernas biológicamente explorables y mesocavernas) el MSP incluye la red de fisuras que lo conectan al MSS. La permeabilidad del medio subterráneo permite la migración de los organismos entre sus diferentes compartimentos, en función de factores climáticos, tróficos o de otro tipo (Juberthie et al., 1981; Moldovan, 2012).

Buena parte del conocimiento sobre los coleópteros hipogeos procede de la exploración de las cavidades accesibles al hombre (cavernas, simas y cavidades artificiales), aunque el estudio del MSS ha experimentado en las últimas décadas una notable progresión (Juberthie et al., 1981; Juberthie, 1983; Juberthie & Decu, 1994; Gianchino & Vailati, 2010).

En el caso de los leiódidos, familia que reúne la mayor diversidad de coleópteros hipogeos ibéricos, todas las especies que requieren protección en Cataluña han sido localizadas hasta el momento únicamente en el MSP (Salgado et al., 2008).

Entre los carábidos, se ha documentado la presencia de varias especies tanto en cuevas y simas más o menos profundas como en el MSS (Ortuño & Gilgado, 2010). Este último sería el hábitat preferencial de ciertos representantes de la subtribu Molopina descritos de cavidades, teniendo en cuenta el hallazgo reciente de abundantes ejemplares en el MSS, en contraste con la escasez de capturas en el MSP (Salgado, 2011). También podría ser el caso de *Zariquieya troglodytes* —otro Molopina incluido entre las especies vulnerables del LRIE—, muy escasa en las pocas cavidades de la provincia de Girona donde habita (Lencina & Serrano, 2011), o incluso de *Z. boumortensis* Faille, Fresneda & Bordeau, 2011, recientemente descrita, conocida hasta el momento de la localidad típica, situada en el MSP del Prepirineo de Lleida (Faille et al., 2011). Al mismo grupo pertenece *Molopidius spinicollis* (Dejean, 1828), endemismo catalán protegido, de hábitos endogeos (Español, 1951, 1966; Faille et al., 2011).

Las especies catalanas del género *Geotrechus* (la mayoría protegidas por el PEIN), se conocen de una o unas pocas cavidades, incluyendo las cuatro nuevas especies descritas recientemente por Faille et al. (2015). Esta situación contrasta con lo observado en la vertiente francesa de los Pirineos (el género *Geotrechus* es endémico de la cordillera pirenaica y estribaciones), caracterizada por una fauna más diversa y, en algunos casos, abundante (Coiffait, 1962; Moravec et al., 2003). Ciertas especies francesas han sido también halladas en el MSS e incluso en ambientes epigeos (Jeannel, 1928; Coiffait, 1962).

El estudio del medio endogeo ha aportado últimamente nuevas especies de estafilínidos de Cataluña, así como datos referidos a otras poco conocidas (Hernando, 2013, 2014 y otros trabajos del autor allí citados). Estas novedades incrementan notablemente los datos publicados sobre la presencia en Cataluña de estafilínidos endogeos o asociados a hábitats epigeos crípticos, pertenecientes principalmente a la subfamilia Leptotyphlinae (Gamarra & Outerelo, 2009). Otro grupo de estafilínidos típicamente húmcolas o endogeos son los Pselaphinae (Bellés, 1987; Poggi et al., 1998), que cuentan en Cataluña con varios ende-

mismos hallados hasta el momento en hábitat cavernícola (Besuchet, 1974, 1985). Cinco especies figuran en el decreto del PEIN (tabla 2), la mayoría muy raras o incluso conocidas sólo a partir de sus especímenes tipo.

Más dudas plantea la categoría ecológica atribuible al carábido *Catalanodytes bellesi* (Lagar, 1971) y al histérico *Iberacritus vivesi* (Español, 1974). Ambas especies, incluidas en el CFAC, se conocen tan sólo de la cueva del Janet (sierra de Llaberia) y han sido recolectadas en el vestíbulo de entrada, entre detritus vegetales, o bien tratando la tierra de la cavidad mediante el empleo del método Berlese. Elementos que ocupan un hábitat similar en el interior de cuevas han sido clasificados como “endogeos cavernícolas” (Juberthie, 1983; Casale et al., 1998).

Aunque en Cataluña se han localizado numerosos leiódidos asociados a madrigueras de mamíferos (Salgado et al., 2008), la mayoría de ellos son foleófilos facultativos que también han sido observados en el interior de grutas, generalmente cerca de la entrada. Es el caso de los representantes de la tribu Cholevini, que poseen pigmentación y ojos bien desarrollados, y cuentan en general con una amplia distribución. Otros leiódidos son despigmentados y anoftalmos, como *Leptinus pyrenaicus* Besuchet, 1980, endemismo pirenaico–cantábrico (ejemplares catalanes de la serie típica, depositados en la colección del MCNB, fueron hallados sobre *Talpa europaea*) (Besuchet, 1980). Recientemente se ha descrito de la vertiente norte del macizo del Puigmal (en territorio francés) *Perriniella fresnedai* Perreau & Tronquet (2001), la tercera especie de un género de leiódidos troglobios, localizada en madrigueras de marmota (Perreau & Tronquet, 2001). Su localidad típica apenas dista una decena de kilómetros de las cavidades donde habitan las otras dos especies catalanas, *P. faurai* Jeannel, 1910 y *P. bofilli* Zariquiey, 1924, ambas protegidas (alta cuenca del río Freser, provincia de Girona).

En la tabla 3 se indica el compartimento del medio subterráneo donde han sido halladas hasta el momento las especies de coleópteros hipogeos que requieren medidas de conservación en Cataluña.

El elevado grado de endemidad y relictualidad es una de características que distingue a la fauna subterránea (Galán, 1993; Juberthie & Decu, 1994; Decu & Juberthie, 1998; Moldovan, 2012). Estos fenómenos son particularmente acusados en la península Ibérica, que incluye varios sectores con una alta densidad de organismos troglobios a escala mundial (Culver et al., 2006). Estos sectores se sitúan en las regiones Pirenaica, Cantábrica y Levantina, donde se han censado numerosas especies de coleópteros subterráneos, la mayoría endemismos locales (Galán, 1993, 2006a; Domingo et al., 2006; Nores & García–Rovés, 2007; Fresneda, 2010). La mayor parte de los coleópteros hipogeos que requieren medidas de protección en Cataluña cuentan con una distribución restringida a un macizo o a un sector kárstico, y ciertas especies sólo se conocen hasta el momento de una o unas pocas cavidades. Los límites administrativos de Cataluña comprenden el distrito bioespeleológico catalán y parte del distrito pirenaico, según la definición de Bellés (1987) para el conjunto de la fauna subterránea, o quedan incluidos en el distrito del cuadrante nororiental, definido por Ortuño & Gilgado (2010) a propósito de los carábidos hipogeos. La región pirenaica incluye el Pirineo y Prepirineo catalanes, siendo una de las dos regiones de Europa que merecen el calificativo de punto caliente (*hotspot*) de biodiversidad mundial (Culver et al., 2006), al menos por lo que respecta a las formas troglobias. Recientes estudios filogenéticos referidos al ámbito pirenaico y del Mediterráneo occidental (Fresneda et al., 2007; Faille et al., 2010a, 2010b, 2015; Rizzo et al., 2013) han contribuido a clarificar el origen y radiación de varios grupos de coleópteros subterráneos presentes en Cataluña, fundamentalmente leiódidos y carábidos de la subfamilia Trechinae.

Tabla 3. Coleópteros hipogeos protegidos o que requieren medidas de conservación en Cataluña, con indicación de compartimento del medio subterráneo donde han sido hallados hasta el momento.

Table 3. Hypogean Coleoptera that are protected or that require conservation in Catalonia, with indications of the compartment of the subterranean environment where they have been located to date.

| Coleópteros subterráneos | | Compartimento |
|---------------------------------|--|----------------------|
| Familia Leiodidae | <i>Ceretophyes riberai</i> | MSP |
| | <i>Paranillochlamys urgellesi</i> | MSP |
| | <i>Paranillochlamys velox</i> | MSP |
| | <i>Parvospeonomus canyellesi</i> | MSP |
| | <i>Parvospeonomus urgellesi</i> | MSP |
| | <i>Perriniella bofilli</i> | MSP |
| | <i>Perriniella faurai</i> | MSP |
| | <i>Pseudospeonomus raholai</i> | MSP |
| | <i>Troglocharinus orcinus</i> | MSP |
| | <i>Troglocharinus hustachei</i> | MSP |
| | <i>Troglocharinus kiesenwetteri</i> | MSP |
| Familia Carabidae | <i>Catalanodytes bellesi</i> | Endogeo |
| | <i>Duvalius (Duvalius) berthae</i> | Endogeo, MSP |
| | <i>Geotrechus deliotti</i> | MSP |
| | <i>Geotrechus puigmalensis</i> | MSP |
| | <i>Geotrechus seijasi</i> | MSP |
| | <i>Geotrechus ubachi</i> | MSP |
| | <i>Molopidius spinicollis</i> | Endogeo |
| | <i>Paraphaenops breuillianus</i> | MSP |
| | <i>Zariquieya troglodytes</i> | MSP |
| Familia Staphylinidae | <i>Linderia mariae</i> | MSP |
| | <i>Linderia picanyolae</i> | MSP |
| | <i>Tychobythinus escolai</i> | MSP |
| | <i>Tychobythinus listai</i> | MSP |
| | <i>Tychobythinus muntani</i> | MSP |
| Familia Curculionidae | <i>Otiorhynchus (Lixorrhynchus) gridellii bonretorni</i> | MSP |
| | <i>Otiorhynchus (Lixorrhynchus) zariquieyi</i> | Endogeo, MSP |
| Familia Histeridae | <i>Iberacritus vivesi</i> | Endogeo |

Conservación de la fauna subterránea

Factores de amenaza

Se han señalado diversos factores de amenaza para el medio subterráneo y su biodiversidad (Tercafés, 1992; Watson et al., 1997; Reboleira et al., 2011; Sendra et al., 2011; Elliott, 2012). Galán (2006b) analiza hasta una veintena de factores, ilustrando sus efectos con numerosos ejemplos recopilados de la literatura bioespeleológica.

El impacto producido por la actividad humana en el exterior incide en mayor o menor grado sobre el medio subterráneo, dada su permeabilidad con el medio epigeo, del que depende la aportación de recursos tróficos. En este sentido, debe señalarse la alteración de las condiciones físico-químicas causada por el vertido de contaminantes orgánicos o inorgánicos (detritus generados por explotaciones ganaderas, fertilizantes, plaguicidas, metales pesados), la extracción de agua de las capas freáticas próximas, o la instalación de vertederos. El vertedero situado en el macizo del Garraf, cerca de la ciudad de Barcelona y su área metropolitana, constituye, por sus dimensiones e impacto ambiental, un caso paradigmático que afecta a un karst de alto valor ecológico (Herrera-Sancho, 1974; Bolòs et al., 1976). Cuando la actividad contaminante se ejerce de forma continuada, como en el caso que nos ocupa —el vertedero del Garraf ha funcionado ininterrumpidamente desde 1974 hasta 2006, y el efecto de la acumulación de millones de toneladas de basura perdurará durante décadas—, ni siquiera el filtro natural formado por el substrato puede impedir o retrasar el flujo de los contaminantes y su residencia en el medio subterráneo durante largos periodos (Pérez de Pedro, 2008).

La modificación drástica del entorno donde se ubican los macizos kársticos es otra de las causas de alteración o destrucción del hábitat subterráneo, bien por la ejecución de obras civiles, la explotación de canteras u otros yacimientos mineros, el desarrollo de planes de gestión urbanística o la deforestación.

Las visitas frecuentes a grutas fácilmente accesibles provocan la acumulación de basuras y otros residuos y, eventualmente, el incremento de las poblaciones de especies oportunistas en detrimento de las más especializadas. Este parece ser el caso de la cueva de Rialb, situada en el alto valle del río Freser, donde coexisten dos especies de Leiodidae. Una de ellas, *Parvospeonomus delarouzei* (Fairmaire, 1860), es oportunista y de amplia distribución en el nordeste de Cataluña; la otra, *Perriniella faurai*, es más bien especialista y se conoce únicamente de esta cavidad. Las observaciones efectuadas por Bellés & Pallarès (1985) apuntan hacia un incremento de la población de *P. delarouzei* y un descenso de la de *P. faurai*, que es hoy una especie rara y difícil de localizar, al menos en los sectores accesibles de la cueva. La cueva Cambra constituye otro ejemplo de cavidad accesible, siendo una de las más visitadas del macizo de Els Ports, tanto por excursionistas como por espeleólogos. Esta cueva es la localidad típica del carábido *Paraphaenops breuillanus* (Jeannel, 1916), destacado elemento troglobio endémico del macizo. La cueva Cambra ha sido prospectada con cierta frecuencia para la recolección de ejemplares de esta especie de morfología afenopsiana (Español, 1950). Aunque no existen evidencias en este caso, la excesiva recolección de especies "icónicas" (Balleto & Casale, 1991; Casale et al., 1998; Moldovan, 2012) puede afectar a los troglobios con bajo tamaño poblacional, como los predadores u otros elementos altamente especializados (Decu & Juberthie, 1998; Galán, 2006c).

La introducción accidental o intencionada de especies foráneas puede provocar graves consecuencias para las poblaciones autóctonas, sobre todo en ecosistemas tan frágiles como los subterráneos. Esta circunstancia podría explicar la aparición (al menos temporal) de especímenes de *Parvospeonomus delarouzei* en la sima Emili Sabaté y tal vez en otras cavidades del macizo del Garraf (Fadrique, 2009), uno de los espacios naturales del PEIN, donde habita otro leiódido autóctono, *Troglocharinus ferreri* (Reitter, 1908). Aunque

en un contexto diferente, los experimentos en grutas–laboratorio documentados por Juberthie et al. (1981) demuestran de manera elocuente la interacción entre especies locales y alóctonas (estas últimas introducidas con objeto de determinar el ritmo de colonización del medio subterráneo) y los efectos sobre sus respectivas poblaciones al cabo de pocos años.

Medidas de protección

La conservación de la fauna hipogea, y de los coleópteros en particular, debe articularse en torno a tres ejes fundamentales: conocimiento, protección del hábitat y divulgación de su valor biológico y conservacionista.

Conocimiento

La aplicación eficaz de políticas de conservación requiere disponer del mayor número posible de datos sobre la distribución de las especies y el estado de sus poblaciones, identificando los impactos actuales y potenciales sobre su hábitat. Para ello es necesario efectuar prospecciones que permitan, con la ayuda de los datos históricos obtenidos de la bibliografía o del examen de las colecciones, detectar posibles cambios en el tiempo o en el espacio. El seguimiento de las poblaciones de invertebrados y su evaluación es un proceso largo y laborioso, como ponen de manifiesto los protocolos establecidos en el Libro Rojo de los Invertebrados de España (Verdú & Galante, 2006) y sus actualizaciones posteriores (Verdú & Galante, 2009; Verdú et al., 2011). Las dificultades se incrementan en el caso de la exploración del medio subterráneo, debido a la baja densidad de organismos y su sensibilidad a la alteración de la calidad del hábitat (la propia actividad prospectiva puede inducir tales cambios), la inaccesibilidad de la red de fisuras del MSP y las exigencias técnicas que en no pocos casos conlleva la prospección de cavidades. Con un volumen de datos suficiente, el análisis de las distribuciones permitiría identificar las áreas de mayor concentración de especies, endemismos y biotopos adecuados, cuya protección garantice la supervivencia de las especies amenazadas (Galán, 2006d).

Los programas de seguimiento y la elaboración de las fichas correspondientes deberían ser complementados con el fomento de estudios específicos sobre la biología y ecología de las especies. A este respecto hay que considerar como un factor favorable la creciente demanda de datos precisos por parte de administraciones con competencias en gestión y protección de la fauna. Tal propósito colisiona, sin embargo, con ciertas restricciones legales que pueden, en el caso de los invertebrados, limitar o incluso impedir, paradójicamente, el conocimiento de la biodiversidad que se pretende proteger (Melic, 2014).

Protección de cavidades y del karst

Las cavidades constituyen con frecuencia la única vía para acceder a ciertas especies, por lo que se ha planteado la necesidad de restringir las visitas indiscriminadas o limitar el acceso a actividades exclusivamente orientadas al estudio y conservación de su biodiversidad (Elliott, 2012). Incluso en tales supuestos se ha sugerido la conveniencia de observar un "código de mínimo impacto", en los términos formulados por Watson et al. (1997). Comentario aparte merecen las cavidades explotadas con fines turísticos y la complejidad de los problemas asociados a su gestión, consecuencia de la necesidad de compatibilizar intereses económicos y conservacionistas contrapuestos (Tercafs, 1992). Experiencias realizadas en grutas turísticas arrojan resultados dispares sobre las poblaciones de coleópteros troglobios. Mientras que en unos casos el impacto producido por la afluencia de turistas se demostró claramente negativo (Kovacs, 1989; Moldovan et al., 2003), en otros apenas resultó relevante (Faille et al., 2014), aunque, como señalan estos últimos autores, las dimensiones de la cavidad, su topología, la naturaleza de sus biotopos o la extensión

del karst donde se ubica, por un lado, y la intensidad y duración de la perturbación, por otro, determinan, entre otros factores, su grado de vulnerabilidad. La cueva del Salnitre, en el macizo de Montserrat, es una cavidad emblemática en Cataluña y foco de atracción turística. Es también la localidad típica de *Troglocharinus kiesenwetteri*, la primera especie catalana de coleóptero troglobio descrita y actualmente protegida por el PEIN.

Las propuestas de elaboración de un censo de cavidades, su clasificación, y la aplicación de figuras específicas para la protección de las mismas o para el entorno natural al que pertenecen, han sido reiteradamente señaladas. La guía de Watson et al. (1997), auspiciada por la UICN, constituye un documento de referencia en materia de gestión y protección de cavidades y formaciones kársticas. En la medida en que las cavidades individuales constituyen sólo una parte del ecosistema subterráneo, la tendencia actual consiste en proteger el karst en su conjunto o, al menos, una gran parte del mismo. Puesto que ello resulta a menudo inviable por motivos económicos o prácticos, se ha propuesto la delimitación de zonas críticas de pequeña extensión que concentren gran parte de la biodiversidad subterránea y de sus endemismos (Galán, 2006e). Este autor plantea, para territorios antropizados como Guipúzcoa, la aplicación de una estrategia de conservación basada en el concepto de biotopo subterráneo protegido (BSP).

Existen en Cataluña numerosas cavidades que destacan tanto por su diversidad biológica como por la rareza de sus taxones, dos de los índices de mayor peso utilizados para la estimación del valor biológico de un ecosistema (Tercafs, 1992; Galán, 2006e; Reboleira et al., 2011). Autores como Culver & Sket (2000) han aplicado a cavidades individuales el concepto de punto caliente de biodiversidad, argumentado en favor de la protección de la fauna subterránea a escala regional. En la mayoría de los casos se trata de sistemas subterráneos o cavidades de grandes dimensiones, que albergan una elevada diversidad de hábitats.

En la cueva del Janet, por ejemplo (con apenas 60 m de recorrido horizontal) se han censado numerosos artrópodos hipogeos pertenecientes a diversos órdenes, con varias especies sólo conocidas de esta cavidad. Entre los coleópteros, se han inventariado representantes de las familias Carabidae, Curculionidae, Histeridae, Raymondionimidae y Staphylinidae, incluyendo tres especies protegidas o que requieren medidas de conservación en Cataluña (dos de ellas exclusivas de esta cueva): *Catalanodytes bellesi* (Lagar, 1971), *Duvalius berthae* (Jeannel, 1910) e *Iberacritus vivesi* (Español, 1974).

Otra cavidad catalana que reúne una elevada diversidad de invertebrados subterráneos (entre ellas varias especies que requieren medidas de protección en Cataluña) es la cueva de la Mosquera, situada en el término municipal de Beuda, provincia de Girona. A diferencia de la cueva del Janet, esta cavidad ha padecido desde hace décadas el impacto de la actividad industrial y ganadera (Lloses & Robert, 1978). La reciente amenaza de reactivación de una cantera de yesos colindante con la cueva y las graves consecuencias que ello conlleva para la preservación de su patrimonio natural ha propiciado una campaña de sensibilización (Comas, 2009; Victoria, 2009). La explotación de una cantera de yesos es precisamente la causa de la desaparición de la cueva de Can Noguer de Segaró, próxima a Beuda y una de las pocas estaciones cavernícolas donde podía localizarse *Zariquieya troglodytes*. Esta pérdida hace de la cueva de la Mosquera el único reducto conocido de *Z. troglodytes* en la comarca de la Garrotxa (Comas, 2009, Lencina & Serrano, 2011).

Una amenaza similar podría afectar a *Troglocharinus orcinus lagari* Español, 1953. La causa, una vez más, es la futura explotación de una cantera situada muy cerca de las dos únicas simas donde se ha localizado este taxón, el Avenc Nou de la Fontfreda y el Avenc Vell de la Fontfreda, en el sector de Bonretorn. En términos de biodiversidad, la necesidad de conservar subespecies como *T. orcinus lagari* adquiere, si cabe, mayor importancia, en la medida en que puedan existir, además de las diferencias morfológicas, otras de carácter genético que justifiquen su separación a nivel específico (Galán, 2006e).

Divulgación

Cataluña cuenta con una tradición bien arraigada en la práctica de la espeleología, canalizada a través de numerosos grupos o asociaciones, especialmente a partir de los años sesenta del pasado siglo (Español & Escolà, 1969). El interés por la fauna subterránea y su conservación propició la creación, dentro de algunos de estos grupos, de secciones dedicadas al estudio y divulgación de la bioespeleología. Los inventarios de fauna cavernícola han ocupado cada vez más espacio en las publicaciones sobre espeleología, y obras tan importantes como el *Catàleg Espeleològic de Catalunya* (con siete volúmenes publicados entre 1978 y 1984) incluyen capítulos o anexos específicos.

La figura de Francesc Español como personalidad científica y aglutinadora de la investigación bioespeleológica en Cataluña ha sido abordada en detalle (Federació Catalana d'Espeleologia, 1981; Bellés 1987, 1988, 1999; Escolà, 1988). A ello se añade su vocación divulgadora, como uno de los impulsores desde mediados de los años 1960 de varios cursillos de iniciación a la bioespeleología. En total se impartieron seis cursillos entre 1966 y 1994, con una aportación destacada del MCNB —tanto en lo que se refiere a la organización como a la participación de conferenciantes adscritos a dicha institución—, y la colaboración de otros especialistas y agrupaciones espeleológicas (Auroux, 2010). Una de estas entidades, el Centre Excursionista de Terrassa, a través de su Sección de Investigaciones Subterráneas, llevó a cabo con motivo de la organización del VI Simposium de Espeleología (celebrado en diciembre de 1977 y dedicado a la bioespeleología), una exposición de fauna cavernícola viva, iniciativa pionera que cosechó un enorme éxito de asistencia y repercusión internacional (Vives, 1988).

Para celebrar el trigésimo aniversario de su creación, la Federación Catalana de Espeleología organizó en 2009 una serie de talleres sobre espeleología, uno de los cuales, dedicado a la bioespeleología, fue coordinado e impartido por miembros de la Asociación Catalana de Bioespeleología (BIOSP) (Auroux, 2009). Más recientemente BIOSP impartió un nuevo curso de iniciación a la bioespeleología en el marco del III Encuentro Ibérico de Biología Subterránea (III EIBS), organizado por el MCNB (Barcelona, octubre de 2013). BIOSP desarrolla actualmente, junto a otros especialistas e instituciones, diversos proyectos para el estudio y conservación de la biodiversidad subterránea, dentro y fuera de Cataluña. Su blog <<http://biosp.blogspot.com.es>> dedica a la divulgación de la bioespeleología una parte esencial de sus contenidos.

La labor divulgadora del MCNB se ha concretado, además, en diferentes exposiciones al respecto, tanto de carácter permanente como temporales. La gestión y difusión de la información asociada a las colecciones de invertebrados hipogeos (entre las que destaca cualitativa y cuantitativamente la de coleópteros) constituye una de sus líneas prioritarias. El plan estratégico del MCNB establece, por otra parte, un compromiso firme en materia de conservación y divulgación del patrimonio natural de Cataluña, subrayando explícitamente su colaboración en proyectos relacionados con la conservación de especies endémicas, con especial énfasis en la fauna subterránea.

Campañas de seguimiento recientes del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona

Durante una década, el Departamento de Artrópodos del MCNB ha llevado a cabo, en colaboración con BIOSP, varias campañas de seguimiento y recolección selectiva de artrópodos subterráneos, entre las que se incluyen varias especies de coleópteros que requieren medidas de protección en Cataluña. Dichas campañas se han efectuado en el marco de proyectos financiados tanto por el propio MCNB como por otras instituciones y organismos públicos. Entre estos últimos hay que mencionar el proyecto para la optimización del banco de tejidos y materiales biológicos de interés genético del MCNB (acción

complementaria de referencia REN2002–11643–E/GLO del Ministerio de Ciencia y Tecnología y el estudio de los artrópodos subterráneos del Parque Natural de Els Ports, orientado a la conservación de algunas cavidades de este espacio natural protegido (proyecto de referencia 2011PNATPOR102, financiado por la Dirección General del Medio Natural y Biodiversidad, Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Natural de la Generalitat de Catalunya). Tras la celebración del III EIBS (fuera, por lo tanto, del período que cubre el presente trabajo) se programó un nuevo proyecto relacionado específicamente con el seguimiento de algunos invertebrados hipogeos que requieren medidas de protección en Cataluña (proyecto de referencia AG–2014–341, desarrollado a lo largo del 2014 y también financiado por la Dirección General del Medio Natural y Biodiversidad, Generalitat de Catalunya).

Resultados destacables

La información obtenida a raíz de las campañas efectuadas en sendas cavidades del Alt Empordà (provincia de Girona), ha permitido redescubrir *Otiorhynchus (Lixorrhynchus) zariquieyi* (Clermont, 1949) (CFAC) y ampliar su distribución, documentando, además, su presencia en hábitat cavernícola (Agulló et al., 2009). Hasta entonces la especie era conocida por su espécimen tipo, un macho capturado en medio endogeo en 1928 (Español, 1945). Los curculiónidos hipogeos del género *Otiorhynchus*, actualmente agrupados en diferentes subgéneros, se consideran, de hecho, elementos endogeos y de régimen rizófago, lo que limita su colonización del medio cavernícola a cavidades epiteliales y con presencia de raíces (Bellés, 1978; Osella & Zuppa, 1998). Otros autores consideran troglobias ciertas especies que han sido localizadas exclusivamente en hábitat cavernícola, como *O. (L.) torres-salai* (Español, 1945), endemismo de la Comunidad Valenciana incluido en Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (en peligro) (Gurrea–Sanz, 2009). Los *Otiorhynchus* hipogeos constituyen un grupo endémico del Mediterráneo occidental (Osella, 1973), con varias especies escasamente conocidas. En la península ibérica se han descrito unas pocas (dos de ellas de Cataluña) distribuidas a lo largo de la franja mediterránea (Bellés, 1978). Este déficit aparente de biodiversidad, sobre todo si se compara con otros territorios, como Italia (Osella & Zuppa, 1998; Magnano & Alonso–Zarazaga, 2013), sumado al elevado grado de endemidad, incrementa el interés faunístico y conservacionista de los representantes ibéricos del grupo.

Otra especie conocida hasta hace poco por su espécimen tipo era *Geotrechus puigmalensis* Lagar, 1981 (PEIN), descrita a partir de una hembra capturada en 1973 (Lagar, 1981). Como resultado de las prospecciones efectuadas desde 2004 en la cueva de les Encantades del Puigmal, en el Pirineo de Girona (localidad típica y única conocida hasta el momento) se han capturado varios ejemplares, se ha descrito el macho (Prieto & Agulló, 2010) y se han recopilado algunos datos sobre la ecología de la especie. Faillie et al. (2015), en su reciente revisión de los *Geotrechus* del Pirineo Catalán aporta información adicional e introduce algunos comentarios críticos sobre las genitalias ilustradas por Prieto & Agulló (2010). La dificultad para localizar esta especie es compartida por los otros representantes ibéricos del género, la mayoría conocidos a partir de los ejemplares tipo o de series muy cortas.

La cueva de les Encantades del Puigmal es también la localidad típica del troglobio *Perriniella bofilli* (PEIN y CFAC), conocido además de la cueva de l'Estret del Forn (Salgado et al., 2008), a escasa distancia de la primera. Las prospecciones realizadas en los últimos años han permitido localizar ejemplares en diferentes tramos de la cavidad, desde el vestíbulo de entrada, en la zona de penumbra, hasta sectores más profundos, próximos al denominado "Pou de Sorra". *Perriniella bofilli* convive con *Parvospeonomus delarouzei*, al igual que sucede en la cueva de Rialb con la otra especie catalana del género, *Perriniella faurai*. Aunque de forma muy aproximada y bajo circunstancias no comparables (consi-

derando las características de ambas cavidades y las fechas de los muestreos), hemos observado que la proporción entre individuos de *P. bofilli* y *P. delarouzei* se sitúa en torno a 1:3, frente al valor 1:1 estimado por Bellés & Pallarès (1985) décadas atrás para la cueva de l'Estret del Forn. En todo caso, la abundancia relativa de *P. bofilli* en la cueva de les Encantades del Puigmal es mayor que la de *P. faurai* en la cueva de Rialb, cavidad mucho más accesible y frecuentada, donde la acumulación de residuos orgánicos durante largos periodos de tiempo podría haber favorecido, como ya hemos comentado, la expansión de *P. delarouzei* en detrimento de *P. faurai* (Bellés & Pallarès, 1985; Bellés, 1987).

La localización de *Paraphaenops breuilianus* (PEIN y CFAC) en una nueva estación cavernícola y el hallazgo de ejemplares en otras cuatro cavidades, algunas de ellas apenas exploradas, constituye, junto a otros resultados, el balance de la campaña efectuada en 2012, dentro del proyecto para el estudio y conservación de la fauna de artrópodos de algunas cavidades del Parque Natural de Els Ports (Caballero-López & Masó-Ros, 2013). Se trata de la primera forma afenopsiana descrita de la península Ibérica (Jeannel, 1916; 1928), notable por su grado de evolución y su aislamiento geográfico, al sur de la depresión del Ebro. A partir de consideraciones morfológicas y biogeográficas se ha relacionado a esta especie con los *Aphaenops*, *Geotrechus* e *Hydraphaenops* pirenaicos (Español, 1979; Bellés, 1987). Recientes estudios moleculares (Faille et al., 2010a, 2010b) la sitúan, sin embargo, más cerca de los grupos *Trechus* y *Duvalius*.

Otro carábido subterráneo protegido por el PEIN es *Duvalius (Duvalius) berthae*, única especie catalana de un género bien representado en el sur de Europa (Moravec et al., 2003). Su distribución se extiende a diferentes sectores de las sierras de la Mussara, Montsant, Prades y Llaberia (Lagar, 1958; Bellés, 1987). Todas las citas u observaciones refieren la presencia de la especie en cavidades, salvo el hallazgo, documentado por Lagar (1958), de un ejemplar en medio lapidícola, sin que nos conste ninguna otra referencia fuera del ambiente cavernícola. Entre los carábidos que requieren medidas de conservación en Cataluña, *D. berthae* cuenta con un número relativamente alto de citas y material recolectado a lo largo de décadas. El seguimiento de esta especie durante los últimos años se ha saldado con un balance positivo en la mayoría de cavidades prospectadas. Uno de los autores (F. F.) actualiza la distribución de *D. berthae* con la aportación de nuevas estaciones cavernícolas, fruto de recientes prospecciones bioespeleológicas en la provincia de Tarragona (Fadrique, 2012).

Los datos referidos a estas y otras especies —en los últimos años han sido localizadas *Catalanodytes bellesi* (Lagar, 1971), *Iberacritus vivesi* (Español, 1974), *Otiorhynchus gridellii bonretorni* (Español, 1952), *Paranillochlamys urgellesi* (Español, 1965), *Perriniella faurai* Jeannel, 1910, *Pseudospeonomus raholai* (Zariquiey, 1922), *Troglocharinus hustachei* Jeannel, 1911, *T. orcinus* (Jeannel, 1910) y *Zariquieya troglodytes* Jeannel, 1924— se han registrado en fichas, con indicación del sector preciso de la cavidad donde fueron halladas, condiciones de temperatura y humedad relativa, biocenosis y otras precisiones. En el caso de los ejemplares capturados para su estudio y conservación en la colección entomológica del MCNB (preservados mayoritariamente en alcohol etílico de 70° o absoluto) se han incorporado parte de estos datos a sus respectivas fichas de colección. Todo este material complementa la información bibliográfica y de las series históricas de la colección, que incluye ejemplares tipo de la mayoría de los coleópteros hipogeos protegidos o que requieren medidas de protección en Cataluña (tabla 2). En la figura 2 se muestran algunas de las especies prospectadas en su hábitat.

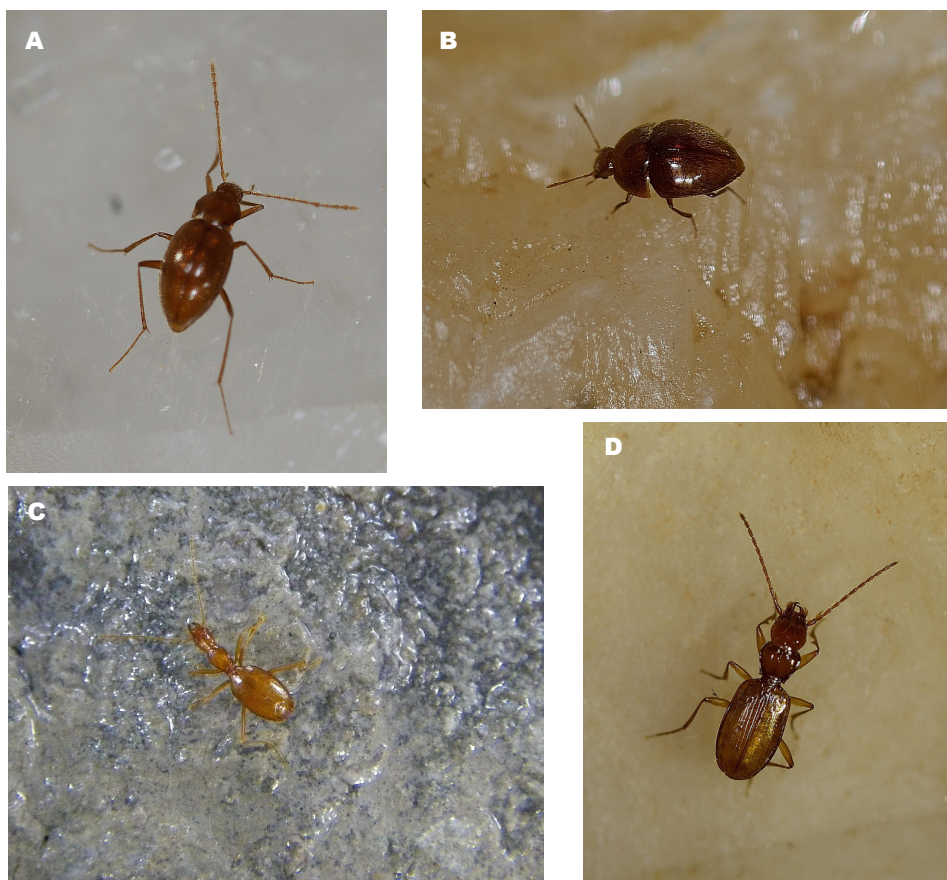


Fig. 2. Algunos coleópteros subterráneos protegidos en Cataluña, en su hábitat: A. *Troglocharinus orcinus*, de la sima Gran de Mas de Ponet (Montblanc, Conca de Barberà); B. *Paraniillochlamys urgellesi*, de la cueva Bonica del Montsià (Alcanar, Montsià); C. *Paraphaenops breuilianus*, de una mina artificial en el macizo de Els Ports; D. *Duvalius berthae*, de la sima del Daniel (Capafonts, Baix Camp). (Todas las especies son endémicas de la provincia de Tarragona, fotografías de Agustí Meseguer.)

Fig. 2. Some protected subterranean beetles protected in Catalonia, in their habitat: A. *Troglocharinus orcinus*, from Avenc Gran de Mas de Ponet (Montblanc, Conca de Barberà); B. *Paraniillochlamys urgellesi*, from Cova Bonica del Montsià (Alcanar, Montsià); C. *Paraphaenops breuilianus*, from an artificial mine of the Els Ports massif; D. *Duvalius berthae*, from Avenc del Daniel (Capafonts, Baix Camp). (All species are endemic to the province of Tarragona, pictures provided by Agustí Meseguer.)

Agradecimientos

Nuestro reconocimiento a Berta Caballero, conservadora del Departamento de Artrópodos del MCNB y coordinadora de algunos de los proyectos mencionados. Agradecemos a BIOSP su colaboración y asistencia técnica en numerosas prospecciones bioespeleológicas, especialmente a Josep Pastor, Jorge Mederos, Jordi Comas y Lluís Auroux. Las fotografías de coleópteros hipogeos que ilustran el presente trabajo han sido cedidas amablemente por su autor, Agustí Meseguer (BIOSP). La captura científica de especímenes ha contado con los permisos correspondientes, expedidos por la Dirección General del Medio Natural y Biodiversidad (Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Natural de la Generalitat de Catalunya). Este último organismo ha financiado los proyectos de referencia 2011PNATPOR102 y AG–2014–341, para los que hemos contado con el apoyo del equipo técnico del Parque Natural de Els Ports y de Josep Maria Olmo, respectivamente. Debemos precisar que el proyecto AG–2014–341, aunque posterior al período que cubre el presente trabajo, marca una línea de continuidad con los proyectos de seguimiento de coleópteros subterráneos aquí expuestos, desarrollados por iniciativa del Departamento de Artrópodos del MCNB y con recursos del Instituto de Cultura (Ayuntamiento de Barcelona). Nuestro agradecimiento también al Ministerio de Ciencia y Tecnología por la financiación del proyecto de referencia REN2002–11643–E/GLO para la optimización del banco de tejidos y materiales biológicos de interés genético del MCNB, que ha permitido emprender varias campañas para la recolección y estudio de artrópodos subterráneos.

Referencias

- Agulló, J., Fadrique, F., Masó, G. & Prieto, M., 2009. Nuevos datos sobre *Otiorhynchus (Lixorrhynchus) zariquieyi* (Clermont, 1949) (Coleoptera, Curculionidae). *Animal Biodiversity and Conservation*, 32(1): 41–48.
- Alonso–Zarazaga, M. A., 2013. Coleoptera 1. *Fauna Europaea version 2.6.2* [en línea]. <<http://www.faunaeur.org>> [última actualización: 29 agosto 2013].
- Audisio, P., 2013. Coleoptera 2. *Fauna Europaea version 2.6.2* [en línea]. <<http://www.faunaeur.org>> [última actualización: 29 agosto 2013].
- Auroux, L., 2009. *Espeleocat Tallers–2009* [en línea]: Associació Catalana de Biospeleologia, BIOSP. <<http://biosp.blogspot.com.es/2009/05/espeleocat-tallers-2009.html>> [consulta: 31 diciembre 2014].
- 2010. *Els cursos de bioespeleologia a Catalunya* [en línea]: Espeleobloc. <<http://espeleobloc.blogspot.com.es/2010/02/els-cursos-cavernico-de-bioespeleologia-catalunya.html>> [consulta: 31 diciembre 2014].
- Balleto, E. & Casale, A., 1991. Mediterranean Insect Conservation. In: *The Conservation of Insects and their Habitats*: 121–142 (N. M. Collins & J. A. Thomas, Eds.). Academic Press, London.
- Bellés, X., 1978. Los *Trogloorhynchus* hipogeos de la Península Ibérica (Col. Curculionidae). *Miscelánea Zoológica*, 4(2): 137–145.
- 1987. Fauna cavernícola i intersticial de la península Ibèrica i les illes Balears. *Monografies científiques*, 4. Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Editorial Moll, Madrid y Mallorca.
- 1988. Dels *Trechus* als *Hydraphaenops*. L'obra biospeleològica del Dr. Francesc Español. *Quaderns de Vilaniu*, 14: 15–18.
- 1994. Espagne. In: *Encyclopaedia Biospeologica, tome I*: 649–662 (C. Juberthie & V. Decu, Eds.). Société de Biospéologie, Moulis–Bucarest.
- 1999. Francesc Español (1907–1999), o la pasión por la Entomología. *Miscel·lània Zoològica*, 22(1): 121–132.

- Bellés, X. & Pallarès, J., 1985. Observacions sobre la climàtica y la població de *Speonomus delarouzei* (Col. Catopidae) de la Cova de Rialb. *Exploracions*, 9: 7–16.
- Besuchet, C., 1974. Les Psélaphides cavernicoles de l'Espagne (Coleoptera Pselaphidae). *Miscelània Zoològica*, 3(4): 41–69.
- 1980. Revision des *Leptinus* paléarctiques (Coleoptera: Leptinidae). *Revue suisse de Zoologie*, 87(1): 131–142.
- 1985. Bythinini cavernicoles nouveaux de France et d'Espagne (Coleoptera: Pselaphidae). *Revue suisse de Zoologie*, 92(2): 509–517.
- Bolòs, O., Folch, R. & Llimona, X., 1976. Zones amenaçades o conflictives: Rerapais litoral: Garraf–Ordal. In: *Natura, ús o abús? Llibre Blanc de la Gestió de la Natura als Països Catalans*: 361–366 (R. Folch, Ed.). Editorial Barcino, Barcelona.
- Caballero–López, B. & Masó–Ros, G., 2013. Els Artròpodes cavernícoles de les cavitats del Parc Natural dels Ports. *Cingles, butlletí informatiu del Parc Natural dels Ports*, 3: 7–11.
- Camacho, A. I., 1992. A classification of the aquatic and terrestrial subterranean environment and their associated fauna. In: *The Natural History of Biospeology*: 57–103 (A. I. Camacho, Ed.). Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales, 7. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Casale, A., Vigna–Taglianti, A. & Juberthie, C., 1998. Coleoptera Carabidae. In: *Encyclopaedia Biospeologica, tome II*: 1047–1081 (C. Juberthie & V. Decu, Eds.). Société de Biospéologie, Moulis–Bucarest.
- Coiffait, H., 1962. Monographie des *Trechinae* cavernicoles des Pyrénées. *Annales de Spéléologie*, 17(1): 119–170.
- Comas, J., 2009. *Per què cal conservar la cova Mosquera?* [en línia]: Espeleobloc. <<http://espeleobloc.blogspot.com.es/2009/07/per-que-cal-conservar-la-cova-mosquera.html>> [consulta: 31 diciembre 2014].
- Culver, D. C., Deharveng, L., Bedos, A., Lewis, J. J., Madden, M., Reddell, J. R., Sket, B., Trontelj, P. & White, D., 2006. The mid–latitud biodiversity ridge in terrestrial cave fauna. *Ecography*, 29: 120–128.
- Culver, D. C. & Sket, B., 2000. Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells. *Journal of Cave and Karst Studies*, 62(1): 11–17.
- Decu, V. & Juberthie, C., 1998. Coléoptères (généralités et synthèse). In: *Encyclopaedia Biospeologica, tome II*: 1025–1030 (C. Juberthie & V. Decu, Eds.). Société de Biospéologie, Moulis–Bucarest.
- Domingo, J. & Montagud, S. & Sendra, A. (Coord.), 2006. *Invertebrados endémicos de la Comunitat Valenciana*. Conselleria de Territori i Habitatge, Generalitat Valenciana.
- Elliott, W. R., 2012. Protecting caves and cave life. In: *Encyclopedia of caves* (second edition): 624–634 (W. B. White & D. C. Culver, Eds.). Elsevier, Academic Press.
- Escolà, O., 1988. Francesc Español i el Museu de Zoologia de Barcelona. *Quaderns de Vilaniu*, 14: 35–39.
- Español, F., 1945. Coleópteros nuevos o interesantes para la fauna Ibero–Balear. *Eos*, 21(1): 83–105.
- 1950. Coleópteros cavernícolos (troglóbios) de la provincia de Tarragona. *Speleon* 1(2): 41–58.
- 1951. Los Pterostichidae hipogeos del Pirineo Español (Coleoptera Adephaga). *Primer Congreso Internacional del Pirineo del Instituto de Estudios Pirenaicos*, Zaragoza: 5–19.
- 1966. Los Pterostíquidos cavernícolos de la Península Ibérica e Islas Baleares (Col. Caraboidea). *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada*, 41: 49–68.
- 1976. Invertebrats cavernícoles. In: *Natura, ús o abús? Llibre Blanc de la Gestió de la Natura als Països Catalans*: 230–236 (R. Folch, Ed.). Editorial Barcino, Barcelona.
- 1979. Nuevas localizaciones de Carábidos cavernícolos ibéricos Col. Adephaga. *Graellsia*, 33: 107–112.
- Español, F. & Escolà, O., 1969. La biospeleología en España. Resumen histórico. *V Internationaler Kongress für Speläologie*, Stuttgart, 4, B 15.

- Fadrique, F., 2009. *Un coleòpter cavernícola invasor a l'avenc Emili Sabaté. El problema de les espècies invasores en les cavitats* [en línia]: Associació Catalana de Biospeleologia, BIOSP. <<http://biosp.blogspot.com.es/2009/10/un-coleopter-cavernicola-invasor-lavenc.html>> [consulta: 31 diciembre 2014].
- 2012. *Noves citacions dels coleòpters troglobis Paranillochlamys velox i Duvalius berthae vilasecai a la província de Tarragona (comunicació presentada a la IV Trobada sobre Invertebrats de Zones Humides, Deltebre, Tarragona, 7 de juny del 2008)* [en línia]: Associació Catalana de Biospeleologia, BIOSP. <http://biosp.blogspot.com.es/2012_11_25_archive.html> [consulta: 31 diciembre 2014].
- Faille, A., Bourdeau, C., Bellés, X. & Fresneda, J., 2015. Allopatric speciation illustrated: The hypogean genus *Geotrechus* Jeannel, 1919 (Coleoptera: Carabidae: Trechini), with description of four new species from the Eastern Pyrenees (Spain). *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 73(3): 439–455.
- Faille, A., Bourdeau, C. & Deharveng, L., 2014. Weak impact of tourism activities on biodiversity in a subterranean hotspot of endemism and its implications for the conservation of cave fauna. *Insect Conservation and Diversity*, 8(3): 205–215. doi: 10.1111/icad.12097
- Faille, A., Casale, A. & Ribera, I., 2010a. Phylogenetic relationships of Western Mediterranean subterranean Trechini groundbeetles (Coleoptera: Carabidae). *Zoologica Scripta*, 40(3): 282–295.
- Faille, A., Fresneda, J. & Bourdeau, C., 2011. Les Molopina hypogés des Pyrénées avec la description d'une nouvelle espèce de *Zariquieya* Jeannel, 1924 d'Espagne (Insecta, Coleoptera, Carabidae, Pterostichini). *Zoosystema*, 33(4): 429–440.
- Faille, A., Ribera, I., Deharveng, L., Bourdeau, C., Garnery, L., Quéinnec, E. & Deuve, T., 2010b. A molecular phylogeny shows the single origin of the Pyrenean subterranean Trechini ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 54: 97–106.
- Federació Catalana d'Espeleologia, 1981. *Francesc Español, 50 anys d'obra biospeleològica*. Escola Catalana d'Espeleologia, Barcelona.
- Folch, R. (Ed.), 1976. *Natura, ús o abús? Llibre Blanc de la Gestió de la Natura als Països Catalans*. Editorial Barcino, Barcelona.
- Fresneda, X., 2010. Els hexàpodes hipogeus dels Països Catalans. In: *Història Natural dels Països Catalans (suplement Fauna i Flora): 277–279*. Enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- Fresneda, J., Salgado, J. M. & Ribera, I., 2007. Phylogeny of western Mediterranean Lepidirini, with an emphasis on genital characters (Coleoptera: Leiodidae: Cholevinae). *Systematic Entomology*, 32: 332–358.
- Gadea, E. & Español, F., 1976. Problemàtica dels invertebrats terrestres: Consideracions generals; problemes de la fauna cavernícola. In: *Natura, ús o abús? Llibre Blanc de la Gestió de la Natura als Països Catalans: 189–191* (R. Folch, Ed.). Editorial Barcino, Barcelona.
- Galán, C., 1993. Fauna hipògea de Guipúzcoa: su ecología, biogeografía y evolución. *Munibe* (Ciencias Naturales), Sociedad de Ciencias Aranzadi, 45 (número monográfico): 3–163.
- 2006a. *Conservación de la fauna cavernícola troglobia de Gipuzkoa: contexto general, biodiversidad comparada, relictualidad y endemismo* [en línia]: Sociedad de Ciencias Aranzadi, San Sebastián. <<http://www.aranzadi-sciences.org>> [consulta: 31 diciembre 2014].
- 2006b. *Conservación de la fauna cavernícola troglobia de Gipuzkoa: factores de amenaza* [en línia]: Sociedad de Ciencias Aranzadi, San Sebastián. <<http://www.aranzadi-sciences.org>> [consulta: 31 diciembre 2014].
- 2006c. *Conservación de la fauna cavernícola troglobia de Gipuzkoa: demografía, estatus y grado de amenaza de las poblaciones troglobias* [en línia]: Sociedad de Ciencias Aranzadi, San Sebastián. <<http://www.aranzadi-sciences.org>> [consulta: 31 diciembre 2014].

- 2006d. *Conservación de la fauna cavernícola troglobia de Gipuzkoa: análisis de las distribuciones de especies troglobias* [en línea]: Sociedad de Ciencias Aranzadi, San Sebastián. <<http://www.aranzadi-sciences.org>> [consulta: 31 diciembre 2014].
- 2006e. *Conservación de la fauna cavernícola troglobia de Gipuzkoa: manejo de zonas kársticas y fauna troglobia* [en línea]: Sociedad de Ciencias Aranzadi, San Sebastián. <<http://www.aranzadi-sciences.org>> [consulta: 31 diciembre 2014].
- Gamarra, P. & Outerelo, R., 2009. Catálogo iberobaleár de los Leptotyphlinae (Coleoptera: Staphylinidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 44: 161–175.
- Gianchino, P. M. & Vailati, D., 2010. *The Subterranean Environment. Hypogean life, concepts and collecting techniques*. WBA Handbooks, 3, Verona.
- Gurrea–Sanz, P., 2009. *Otiorhynchus (Lixorrhynchus) torres–salai* (Español, 1945). In: *Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (Especies En Peligro Crítico y En Peligro)*: 108–112 (J. R. Verdú & E. Galante, Eds.). Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Hernando, C. 2013. Descripción de cinco especies nuevas del género *Paratyphlus* Blackwelder, 1952 de Catalunya (noreste de la Península Ibérica) (Coleoptera: Staphylinidae: Leptotyphlinae). *Heteropterus Revista de Entomología*, 13(1): 1–12.
- 2014. *Paratyphlus gamizae* sp. nov. de Leptotyphlinae del Macizo del Port, noreste de la Península Ibérica (Coleoptera: Staphylinidae). *Heteropterus Revista de Entomología*, 14(1): 1–7.
- Herrera–Sancho, J. A., 1974. El vertedero de basuras de Garraf y sus posibles consecuencias bioespeleológicas. *Comunicacions del IV Simposium de Bioespeleologia*, Barcelona: 119–128.
- Institució Catalana d'Història Natural, 2008. *Invertebrats que requereixen mesures de conservació a Catalunya* [en línea]: Institució Catalana d'Història Natural, Barcelona. <[http://ichn.iec.cat/pdf/PROT_INV_ICHN_2008\(web\).pdf](http://ichn.iec.cat/pdf/PROT_INV_ICHN_2008(web).pdf)> [consulta: 31 diciembre 2014].
- Jeannel, R., 1916. Deux nouveaux *Trechus* cavernicoles de France et d'Espagne (Col. Carabidae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*: 280–283.
- 1928. Monographie des Trechinae. Morphologie comparée et distribution géographique d'un groupe de Coléoptères (Troisième Livraison): les Trechini cavernicoles. *L'Abeille*, 35: 1–808.
- Juberthie, C., 1983. Le milieu souterrain: étendue et composition. *Mémoires de Biospéologie*, 10: 17–65.
- Juberthie, C., Bouillon, M. & Delay, B., 1981. Sur l'existence du milieu souterrain superficiel en zone calcaire. *Mémoires de Biospéologie*, 8: 77–93.
- Juberthie, C. & Decu, V., 1994. Structure et diversité du domaine souterrain: particularités des habitats et adaptations des espèces. In: *Encyclopaedia Biospeologica, tome I*: 5–22 (C. Juberthie & V. Decu, Eds.). Société de Biospéologie, Moulis–Bucarest.
- Juberthie, C., Delay, B. & Bouillon, M., 1980. Extension du milieu souterrain en zone non-calcaire: description d'un nouveau milieu et de son peuplement par les Coléoptères troglobies. *Mémoires de Biospéologie*, 7: 19–52.
- Kovacs, H., 1989. Paradoxical consequences of the impact between man and cave. *Communications of 10 th International Congress of Speleology*, Budapest, 2: 606–607.
- Lagar, A., 1958. *Duvalius Berthae* Jeann. (Col. Trechidae) y sus razas. *Revista de Ciencias de la Universidad de Oviedo*, 8(2): 75–79.
- 1981. Un nou *Geotrechus* del Pirineu català (Coleoptera Trechidae). *Excursionisme (Butlletí de l'Unió Excursionista de Catalunya)*, 81: 32–33.
- Lencina, J. L. & Serrano, J., 2011. *Zariquieya troglodytes* Jeannel, 1924. In: *Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables)*: 189–192 (J. R. Verdú, C. Numa & E. Galante, Eds.). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Madrid.
- Lloses, R. & Robert, A., 1978. Cova de la Mosquera. *Mai Enrrera, butlletí social* (editado por el Club Excursionista de Gràcia, Barcelona), 376: 85–87.

- Magnano, L. & Alonso–Zarazaga, M. A., 2013. Otiiorhynchini. In: *Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 8: 302–347* (I. Löbl & A. Smetana, Eds.). Leiden, Brill.
- Melic, A., 2014. Los permisos de captura y la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 55: 1–5.
- Moldovan, O. T., 2012. Beetles. In: *Encyclopedia of caves* (second edition): 54–62 (W. B. White & D. C. Culver, Eds.). Elsevier, Academic Press.
- Moldovan, O. T., Racovitza, G. & Rajka, G., 2003. The impact of tourism in Romanian show caves: the example of the beetle populations in the Ursilor Cave of Chiscau (Transylvania, Romania). *Subterranean Biology*, 1: 73–78.
- Moravec, P., Uéno, S. I. & Belousov, I. A., 2003. Trechini. In: *Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 1: Archostemata – Myxophaga – Adephaga: 288–346* (I. Löbl & A. Smetana, Eds.). Apollo Books, Stenstrup.
- Nores, C. & García–Rovés, P. (Coord.), 2007. *Libro Rojo de la Fauna del Principado de Asturias*. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Principado de Asturias y Obra Social "la Caixa".
- Ortuño, V. M., 2006. Coleoptera (Cicindelidae y Carabidae). In: *Invertebrados endémicos de la Comunitat Valenciana: 137–156* (J. Domingo, S. Montagud & A. Sendra, Coord.). Conselleria de Territori i Habitatge, Generalitat Valenciana.
- Ortuño, V. M. & Gilgado, J. D., 2010. Update of the knowledge of the Ibero–Balearic hypogean Carabidae (Coleoptera): Faunistics, biology and distribution. *Entomologische Blätter*, 106: 233–264.
- Osella, G., 1973. Alcune considerazioni sulla distribuzione dei Curculionidi endogei ciechi o microftalmi della fauna paleartica (Coleoptera). In: *Livre du cinquantenaire de l'Institut d'Spéologie "Émile Racovitza": 369–383*. Academie des Sciences de la Republique Socialiste de Roumanie, Ed., Bucarest.
- Osella, G. & Zuppa, A. M., 1998. Coleoptera Curculionoidea. In: *Encyclopaedia Biospeologica, tome II: 1123–1130* (C. Juberthie & V. Decu, Eds.). Société de Biospéologie, Moulis–Bucarest.
- Pérez de Pedro, P., 2008. *Olor de podrit, 1972–2006: el despropòsit del Garraf*. Prismàtic Arts Gràfiques, Terrassa.
- Perreau, M. & Tronquet, M., 2001. Révision du genre *Perriniella* Jeannel et description d'une nouvelle espèce des Pyrénées françaises (Coleoptera: Leiodidae, Cholevinae, Leptodirini). *Annales de la Société Entomologique de France* (N. S.), 37(4): 481–490.
- Poggi, R., Decu, V. & Juberthie, C., 1998. Coleoptera Pselaphidae. In: *Encyclopaedia Biospeologica, tome II: 1139–1146* (C. Juberthie & V. Decu, Eds.). Société de Biospéologie, Moulis–Bucarest.
- Prieto, M. & Agulló, J., 2010. Descripción del macho de *Geotrechus (Geotrechidius) puigmalensis* Lagar, 1981 (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). *Heteropterus Revista de Entomología*, 10(1): 35–43.
- Racovitza, E. G., 1907. Essai sur les problèmes biospéologiques. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale* (Biospéologica, I), 4e série, 6: 371–488.
- Reboleira, A. S. P. S., Borges, P. A. V., Gonçalves, F., Serrano, A. R. M. & Oromí, P., 2011. The subterranean fauna of a biodiversity hotspot region – Portugal: an overview and its conservation. *International Journal of Speleology*, 40(1): 23–37.
- Rizzo, V. & Comas, J., 2015. A new species of *Troglocharinus* Reitter, 1908 (Coleoptera, Leiodidae, Cholevinae, Leptodirini) from southern Catalonia, with a molecular phylogeny of the related species group. *Zootaxa*, 3946(1): 104–112. <<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3946.1.4>> [consulta: 10 noviembre 2015].
- Rizzo, V., Comas, J., Fadrique, F., Fresneda, J. & Ribera, I., 2013. Early Pliocene range expansion of a clade of subterranean Pyrenean beetles. *Journal of Biogeography*, 40: 1861–1873.
- Salgado, J. M., 2011. *Oscadytes rovirai* Lagar, 1975. In: *Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables): 176–179* (J. R. Verdú, C. Numa

- & E. Galante, Eds.). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Madrid.
- Salgado, J. M., Blas, M. & Fresneda, J., 2008. Coleoptera, Cholevidae. *Fauna Ibérica*, vol. 31 (M. A. Ramos et al., Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Schiner, J. R., 1854. Fauna der Adelsberger, Lueger, und Magdalener–Grotte. *Verhandlungen der Zoologisch–Botanischen Gesellschaft in Wien*, 3: 1–40.
- Sendra, A., Achurra, A., Barranco, P., Beruete, E., Borges, P. A. V., Herrero–Borgoñón, J. J., Camacho, A. I., Galán, C. García, Ll., Jaume, D., Jordana, R., Modesto, J., Monsalve M. A., Oromí, P., Ortuño, V. M., Prieto, C., Reboleira, A. S., Rodríguez, P., Salgado, J. M., Teruel, S., Tinaut, A. & Zaragoza, J. A., 2011. Biodiversidad, regiones biogeográficas y conservación de la fauna subterránea hispano–lusa. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 49: 365–400.
- Sket, B., 2008. Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? *Journal of Natural History*, 42(21–22): 1549–1563.
- Tercafs, R., 1992. The protection of the subterranean environment. Conservation principles and management tools. In: *The Natural History of Biospeleology*: 481–524 (A. I. Camacho, Ed.). Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales, 7. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Verdú, J. R. & Galante, E. (Eds.), 2006. *Libro Rojo de los Invertebrados de España*. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- 2009. *Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (Especies En Peligro Crítico y En Peligro)*. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Verdú, J. R., Numa, C. & Galante, E. (Eds.), 2011. *Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables)*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Madrid.
- Victoria, J. M., 2009. *La Cova de la Mosquera en perill!* [en línea]: Espeleobloc <<http://espeleobloc.blogspot.com.es/2009/07/la-cova-de-la-mosquera-en-perill.html>> [consulta: 31 diciembre 2014].
- Viejo, J. L. & Sánchez–Cumplido, C., 1995. Normas legales que protegen a los artrópodos en España. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 19(3–4): 175–189.
- Vives, E., 1988. Relacions de Francesc Español amb el Centre Excursionista de Terrassa. *Quaderns de Vilaniu*, 14: 73–75.
- Watson, J., Hamilton–Smith, E., Gillieson, D. & Kiernan, K. (Eds.), 1997. *Guidelines for Cave and Karst Protection*. IUCN World Commission on Protected Areas. Prepared by the WCPA Working Group on Cave and Karst Protection. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.