

# LA FAUNA CAVERNÍCOLA DE LAS SIERRAS INTERIORES DEL SISTEMA IBÉRICO: DESENTRAÑANDO SU RIQUEZA BIOLÓGICA



Alberto Sendra<sup>1,2,6,9</sup>, Santiago Teruel<sup>2</sup>, Sergio Montagud<sup>3</sup>, Alberto Jiménez-Valverde<sup>4</sup>, Hèctor Cardona<sup>5</sup>, Patricia Soldado<sup>5</sup>, Luis Almela<sup>6,7</sup>, Jesús Almela<sup>6,7</sup>, José Manuel Royo<sup>8</sup>, Floren Fadrique<sup>9</sup>, José D. Gilgado<sup>1</sup>, José Luis Membrado<sup>10</sup>, Adrià Miralles-Núñez<sup>11</sup>, Berta Caballero<sup>12</sup>, Jesús Selfa<sup>13</sup>, Sara García-Aibar<sup>14</sup>, Andrés Gil-Coscollá<sup>14</sup>, Jaime Gaspar-Santiago<sup>15</sup> y Loles Beltrán<sup>16</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Alcalá. Departamento de Ciencias de la Vida, Facultad de Ciencias, Grupo de Investigación de Biología del Suelo y de los Ecosistemas Subterráneos.

<sup>2</sup> Unión de Espeleólogos, València.

<sup>3</sup> Museu d'Història Natural. Universitat de València.

<sup>4</sup> Department of Biogeography and Global Change, Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), Madrid.

<sup>5</sup> Espeleoclub La Vall d'Uixó, Castelló.

<sup>6</sup> Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst.

<sup>7</sup> Espeleo club Castelló, Castelló.

<sup>8</sup> Universidad de Alicante. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales.

<sup>9</sup> BIOSP. Associació Catalana de Bioespeleologia.

<sup>10</sup> Grupo Espeleológico Niphargus, Burgos.

<sup>11</sup> Servei de Fauna i Flora. Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

<sup>12</sup> Museu de Ciències Naturals de Barcelona.

<sup>13</sup> Laboratori d'Investigació d'Entomologia, Departament de Zoologia, Universitat de València.

<sup>14</sup> Club d'Espeleologia d'Onda (GEON), Castelló.

<sup>15</sup> Club Espeleo JASPE, Segovia.

<sup>16</sup> Hospital La Fe, València.

## Introducción

En los espacios subterráneos, donde el aire está enrarecido por el estancamiento de dióxido de carbono, los recursos nutritivos son escasos y apenas hay variaciones de temperatura, sobrevive una fauna particular a la que llamamos cavernícola por ser las cuevas y simas las ventanas naturales para estudiarla. Sus habitantes forman ecosistemas relativamente simples, con unas pocas decenas de especies que completan una cadena trófica en cada cavidad basada en el uso hasta el agotamiento de los pocos nutrientes dis-

ponibles. Las especies cavernícolas son muy especiales, no sólo por las condiciones en que moran, también por pertenecer a grupos "elegidos" capaces de ocupar estos espacios del subsuelo con un cupo reducido de nichos ecológicos (Sendra & Beltrán, 2023). ¿Pero son estas comunidades de fauna similares en todas las regiones?

En la fauna ibérica hay descritas unas 1300 especies y subespecies de animales invertebrados cavernícolas (Salgado et al., 2022; Sendra et al., 2023). Entre estos taxones, cerca de un centenar se conocen en el

vasto Sistema Ibérico, al cual nos dedicaremos en este trabajo. Como veremos, la literatura bioespeleológica, que da a conocer las especies moradoras de cuevas y simas, parece haberse olvidado de los invertebrados cavernícolas terrestres en las sierras interiores del Sistema Ibérico. Así, las obras de Bellés (1987) y Sendra (2023) apenas recogen taxones descritos en las cavidades de estos relieves. Si bien, unos pocos artículos de la última década (Derkarabetian et al., 2021; Jordana et al., 2012; Ortuño et al., 2017; Sendra et al., 2015) han descrito algunas especies de singular interés biológico. Quizás la explicación a este vacío en diversidad cavernícola sea la falta de un muestreo adecuado, o bien la razón radica en la ausencia de colonización.

La propuesta de nuestro trabajo persigue dar explicación a esta reducida diversidad, y para ello hemos empezado por delimitar el marco geográfico y geológico de los

relieves rocosos del Sistema Ibérico y localizar sus principales regiones kársticas. A continuación, abordamos el estado del arte de la fauna que habita las cuevas y simas. Todo ello nos ha permitido, con la ayuda de los grupos y federaciones espeleológicas del territorio, seleccionar un elenco representativo de cavidades de las regiones kársticas con menos fauna invertebrada conocida. Finalmente, hemos trazado el plan de trabajo bioespeleológico a seguir en los próximos años. De esta forma podremos conocer en mayor detalle los ecosistemas subterráneos –cavernícolas– de todo el Sistema Ibérico, o al menos eso intentaremos.

Conocer la vida del subsuelo más profundo, nos ayuda a entender mejor estos frágiles ecosistemas de los que dependemos, en especial por el enorme valor que poseen para la conservación de las aguas subterráneas.

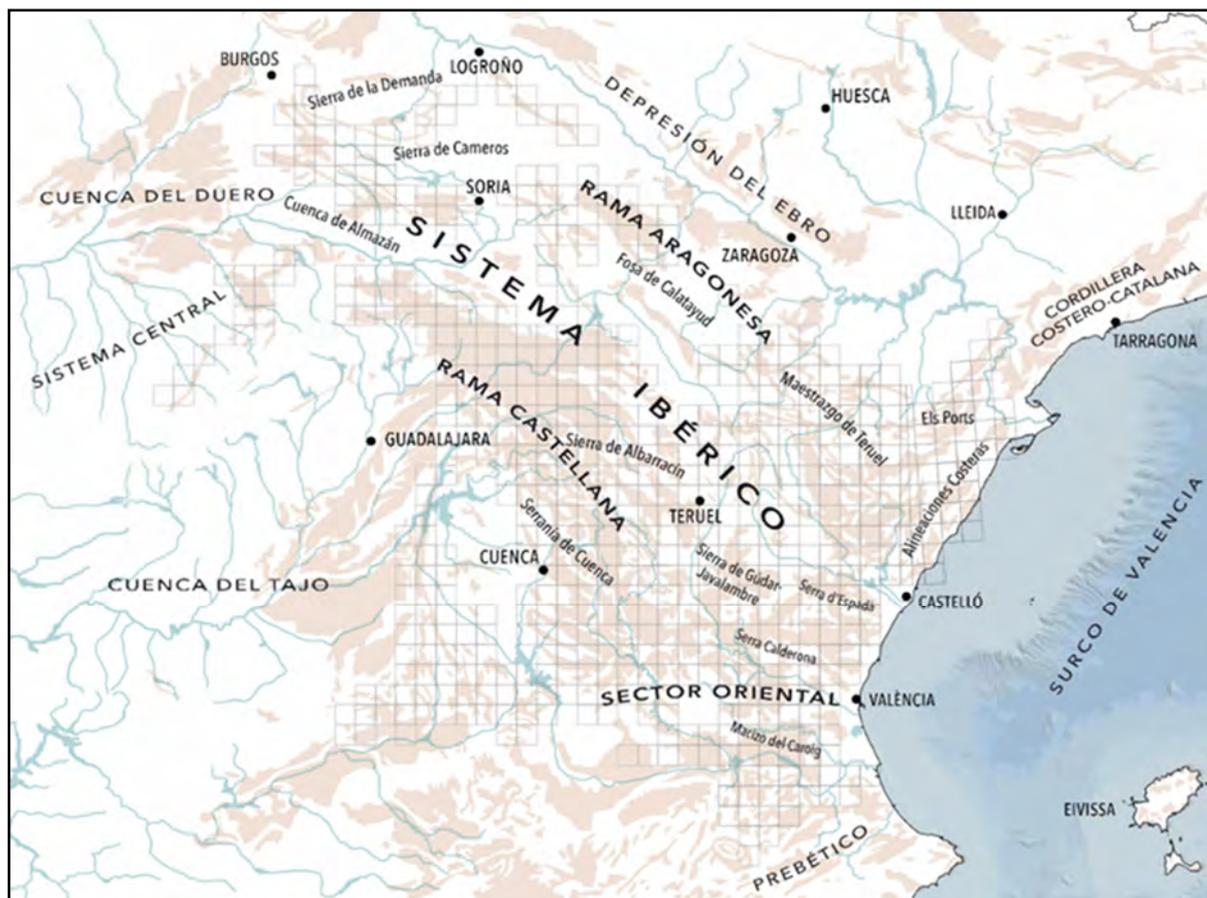


Figura 1: Sistema Ibérico, límites y cordilleras circundantes, incluye las principales divisiones: rama aragonesa, castellana y sector oriental o valenciano, además de la denominación de algunas de las sierras y regiones mencionadas en el texto. En color beige, los terrenos karstificables. Las cuadrículas corresponden al cuadrículado UTM 10 x 10 Km, con terrenos karstificables del Sistema Ibérico.



Figura 2: Cañón del Río Lobos (Soria). El conjunto kárstico de San Leonardo de Yagüe (Ucero y Santa María de las Hoyas) es el más importante de la provincia. El río Lobos ha labrado en los paquetes calcáreos del Cretácico Medio y Superior un valle encajado y sinuoso. Las cavidades existentes se desarrollan fundamentalmente en forma vertical (Sima del Carlista, -124 m de profundidad) y las cavidades horizontales se forman a favor de pequeñas fracturas constituyendo, en general, antiguas surgencias, hoy fósiles y colgadas sobre el cauce del río (Cueva de la Galiana, 1.330 m de recorrido). Foto gentileza de José Luis Membrado.

### Marco geográfico, geológico y principales cavidades.

Con más de 400 kilómetros de longitud y una anchura media de 100 kilómetros, los relieves del **Sistema Ibérico** se extienden en dirección NO-SE, desde las estribaciones occidentales de la **Sierra de la Demanda** (extremo centro-oriental de la provincia de Burgos) y la **Sierra de Cameros** (sur de La Rioja) hasta el litoral mediterráneo de la Comunitat Valenciana, fracturándose en la misma plataforma continental a lo largo del llamado **Surco de Valencia**. Sus elevaciones son el resultado de la orogenia Alpina que afectó a los materiales de las cuencas interiores mesozoicas en la **placa Ibérica**, un evento de plegamientos coetáneo con los de Pirineos y Béticas. En estos relieves del Sistema Ibérico predominan directrices estructurales noroeste-sureste, tanto las alineaciones montañosas como las fallas que forman las depresiones y fosas a lo largo de todo el sistema (Rodríguez-Fernández, 2004) (Figura 1).

A grandes rasgos, el Sistema Ibérico se halla dividido en tres grandes unidades: dos grandes ramas, la **aragonesa** y la **castellana** divididas al norte por la **Cuenca de Almazán**; y un **sector oriental o valenciano** en los relieves más meridionales. En estas tres grandes áreas se extienden multitud de regiones kársticas con materiales carbonatados y yesíferos, mayoritariamente mesozoicos, separados por sedimentos cenozoicos nada o escasamente karstificables. Esta cobertura mesozoica descansa sobre una base precámbrica y paleozoica perteneciente al vetusto macizo varisco o ibérico que se corresponde con materiales carbonatados marinos de plataforma continental. Los materiales

cenozoicos son en buena parte arcillas y margas alternadas con costras calizas de origen continental (Ayala et al., 1986).

Los límites del Sistema Ibérico están bien definidos en su borde septentrional y oriental por la **depresión del Ebro**, y en el noroccidental por la **cuenca del Duero**, colmatadas ambas por materiales apenas karstificables, de escaso espesor que dificultan el desarrollo de fenómenos espeleológicos. Al este el Mediterráneo que hacia el norte se conecta con la **Cordillera Costero-Catalana** a lo largo de un área de potentes cabalgamientos en las sierras de **Els Ports**, cuyo límite hemos establecido en el río Ebro; y hacia el sur, el Sistema Ibérico enlaza con las **Béticas** tras rebasar la Serra Grossa en los límites entre Valencia y Alicante.

Pero vayamos a lo que nos ocupa, las cuevas y simas de las principales áreas kársticas. Empecemos por los relieves septentrionales de la rama aragonesa. Éstos poseen pocas cavidades, en general de escaso desarrollo y distribuidas a lo largo de las sierras de la Demanda (Burgos, Soria, La Rioja), Cabrejas (Soria) y Cameros (La Rioja). Cabe citar algunas de sus cavidades más reseñables dados sus valores espeleológicos: Sistema Cueva Mayor-Cueva del Silo en Ibeas de Juarros de 3700 metros de recorrido que forma parte del extraordinario enclave antropológico de Sierra de Atapuerca; la singular surgencia en conglomerados de Cueva de Fuentemolinos con 4086 metros en Puras de Vilafranca de Sierra de la Demanda; la Sima del Portillo de Hontoria del Pinar de -162 metros de desnivel ubicada en el emblemático Cañón del Río Lobos (Figura 2); en los relieves sorianos y en la Sierra de Santa Ana destaca la Cueva

del Asno con 1750 metros de recorrido; o dentro de la Sierra de Cameros en Jubera la Cueva de Santa Engracia o Peña Esquillas de 3210 metros de desarrollo.

En el centro de esta rama aragonesa, los escasos relieves karstificables zaragozanos y los más extensos turolenses están delimitados en parte por la fosa de Calatayud, y apenas poseen cuevas y simas relevantes. Más al sur, encontramos superficies carbonatadas de cierta potencia, con un relativamente bajo número de cavidades en El Maestrazgo de Teruel y aún más escasas en las Sierras de Gúdar y Javalambre. En conjunto cabe mencionar algunas cuevas de relevancia espeleológica, empezando por la Sierra del Moncayo donde la Cueva Ojo de Valjunquera (Zaragoza) se desarrolla a lo largo de 1033 metros; y destacando en el Maestrazgo turolense la Cueva de las Baticambras de Molinos con sus 1434 metros (Figura 3) y La Cija de Fortanete de 1343 metros de recorrido y -113 metros de profundidad. En el Maestrazgo de Castellón se desarrollan pequeñas cavidades, abandonadas hace tiempo por el nivel de las aguas del subsuelo (fósiles) y en casos contados aparecen cuevas semiactivas (Almela, 2024).

Sin discontinuidad con esta rama aragonesa, ya en territorio catalán, la cobertera mesozoica se halla alterada por continuos cabalgamientos que afectan a la amplia región del macizo de Els Ports que se podría considerar también como estribaciones de la Cordillera Costero-Catalana. En sus rocas carbonatadas se abren un buen número de cavidades, en especial en la Mola de Catí y Mont Caro, algunas de considerable profundi-

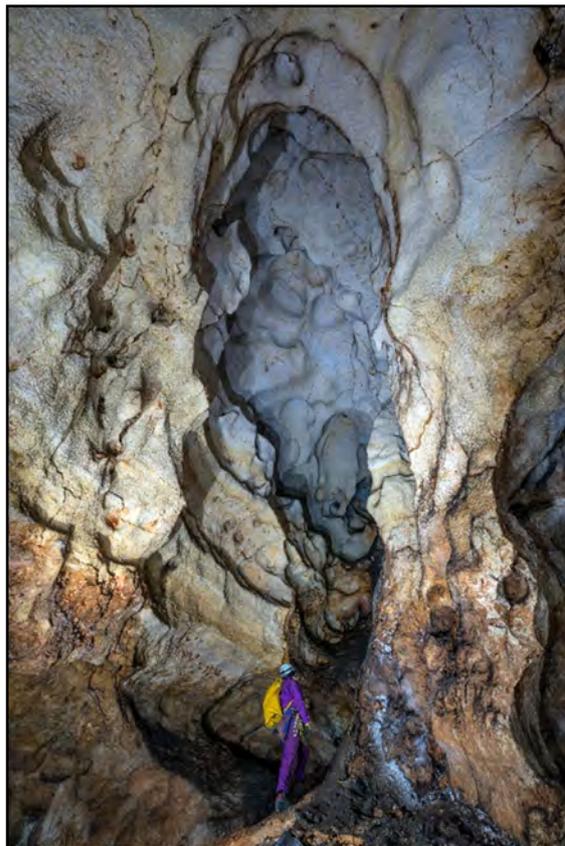


Figura 3: Cueva Baticambras, Molinos, Teruel; las cúpulas de diversos tamaños tapizan los techos y paredes de esta cavidad de génesis hipogénica. Fotografía cortesía de Víctor Ferrer.

dad como el Avenc CP.6 de -283 metros, o destacando por su recorrido el Avenc de Sabarin, con 2609 metros y el Forat del riu Algars, con 2000 metros.



Figura 4: En el Maestrazgo castellanense, en los relieves suaves de las Alineaciones Costeras, encontramos buenos ejemplos de cañones kársticos, como este del Barranc de la Valltorta.

Antes de alcanzar el mar la rama aragonesa gira noventa grados su orientación formando las llamadas Alineaciones Costeras (Figura 4). En conjunto son una serie de sierras escalonadas de escasa altitud, alineadas de NE-SO y separadas por fosas tectónicas que discurren paralelas desde la desembocadura del Ebro junto a la Serra del Montsià al Desert de les Palmes (Castelló). Los paquetes calizos superan espesores de centenares de metros, en especial al fundirse con los relieves más alejados del Maestrazgo. Sin embargo, las cavidades apenas superan los 100 metros de profundidad, si bien destacan el Avenc del Mas d'en Guillem con -116 metros y en cuanto a recorrido, les Coves



Figura 5: Ullal de la Rambla de Miravet, salida del agua en trop-plein ('demasiado lleno') tras un periodo de intensas lluvias, estando el umbral de emisión de esta surgencia alrededor de 70 litros registrados en pocas horas. Estas salidas de agua tras grandes precipitaciones arrastran al exterior la importante fauna cavernícola acuática; siendo la cavidad biológicamente más relevante de todo el Mediterráneo ibérico.

del Tossal de la Font de Vilafamés, con un desarrollo de 2282 metros. Mención especial merece el Ullal de la Rambla de Miravet en Cabanes, surgencia temporal que apenas supera los 200 metros, pero que puede emitir caudales superiores a  $3 \text{ m}^3/\text{s}$ , y que esconde interesante fauna (Figura 5).

Cambiemos a la **rama castellana** cuya parte septentrional comienza en la Sierra Ministra entre Soria y Guadalajara, prolongándose por el Alto Tajo y la Sierra de Albarracín. Aquí hallamos algunas de las cuevas de mayores dimensiones como la Cueva del Tornero en Checa (Guadalajara) que sobrepasa los veinte kilómetros de recorrido, con un importante curso subterráneo que recorre sus amplias galerías, o las más modestas dimensiones de Cueva de la Ubriga en la Sierra de Albarracín (Teruel) de 3417 metros.

Sin discontinuidad litológica, la rama castellana se prologa,

hacia el sur, por la Serranía de Cuenca, donde hallamos un buen número de cavidades con cierto desarrollo. Al norte, cerca de Beteta, el Sistema del Embasador-Tío Viejo de unos 10 kilómetros, y en el corazón de la Serranía, la Sima SC.16 con sus 2200 metros y -281 metros de desnivel.

Al sur-este del Sistema Ibérico y separado en parte de la rama castellana, por materiales sedimentarios no karstificables, hemos dejado a parte el **sector oriental**. Un sector que se continua al norte por la Serra Calderona (Castelló-València) y Serra d'Espadà (Castelló) sin un límite litológico con el Maestrazgo, la Sierra Gúdar-Javalambre o las Alineaciones Costeras. El sector se completa por una serie de pequeñas sierras en torno al Ovalo de Valencia, con una zona kárstica amplia, el Macizo del Caroig (València). En general es un sector con un cierto número de fenómenos espeleológicos, aunque de escaso desarrollo y profundidad. Solo destacar algunas cavidades como los ríos subterráneos de Serra d'Espadà, la Sima Posos en Azuébar con 7051 metros, o la turística Coves de Sant Josep en La Vall d'Uixó con 3010 metros en parte navegables; y en el Caroig mencionar las bellas simas de la Llenca del Serrano y del Campillo. esta de -110 metros de profundidad, y ambas en el enclave kárstico de Tous.



Figura 6: Troglodiplo racovitzai, quizás le mejor ejemplo morfológico de la adaptación de un artrópodo a la vida subterránea en las cuevas de los relieves kársticos del extremo oriental del Sistema Ibérico. Sus largos y afilados pedipalpos se mueven con gracia cuando se desplazan sobre las paredes verticales de las cavidades. Fotografía cortesía de Adrià Miralles.



Figura 7: *Paratachycampa hispanica* de las cavidades de las sierras orientales del Sistema Ibérico, desde Serra d'Espadà (Castelló), a la Serra del Montsià (Tarragona) no solo es un relict, sino que sus caracteres de adaptación a las cavidades lo convierten en uno de los hitos en la colonización de los ecosistemas subterráneos. Su proximidad con una especie al otro lado del Atlántico parece confirmar su interés paleogeográfico.

Fotografía cortesía de Mundos de Agua.

### El estado del conocimiento de la fauna cavernícola terrestre.

Antes de sintetizar la diversidad de la fauna cavernícola del Sistema Ibérico hagamos un poco de historia. La primera contribución de la que tenemos noticia se remonta al año 1881. En aquel entonces, el entomólogo francés Elzéar Abeille de Perrin, un curtido e intrépido aventurero, describió el escarabajo leiódido *Anillochlamys tropica* encontrado en la Cova de les Meravelles en Alzira. Una cavidad con una amplia sala repleta de enormes formaciones carbonatadas excavada en calizas mesozoicas que afloran en los montes kársticos del Realenc (València). Enclave situado en una de las últimas estribaciones meridionales de los relieves del Sistema Ibérico antes de unirse a las alineaciones de las Béticas. Lamentablemente, y a pesar de la supervivencia de esta especie en la cavidad, hoy en día las condiciones de sequedad debidas al cambio climático han diezmando buena parte de la vida que años atrás en ella pululaba.

Un avance importante en los conocimientos de este territorio ibérico se producirá décadas más tarde, a comienzos del siglo XX cuando la bioespeleología –ciencia que se ocupa del estudio de la vida en las cuevas–

tuvo un notable despegue, en particular a partir de la obra del zoólogo rumano Emil Racovitza (1907) y el inicio del proyecto Biospeológica. Durante medio siglo, un buen número de cavidades serán muestreadas incluyendo algunas en el Sistema Ibérico, al tiempo que se explorarán bioespeleológicamente muchos territorios kársticos tanto dentro como fuera de Europa. Bastantes especies que ocupan las cavidades de los relieves ibéricos corresponden a este encomiable proyecto. Destaquemos solo tres ejemplos de esta búsqueda. Dos fueron fruto del abate Henri Breuil, reconocido prehistoriador francés que con frecuencia visitó tierras ibéricas, incluyendo numerosas cavidades de las que no olvidaba hacerse cargo de examinar los invertebrados. Sus recolecciones en 1912 dieron paso a la descripción, décadas más tarde, de los milpiés cavernícolas: *Psichrosoma breuili* de la Cueva Mayor de Atapuerca, Burgos; y *Cottodesmus breuili* de la Cueva de San Cristóbal, Soria. Este último es el único de la familia de los trichopolydesmidae en la península, y su pariente más cercano es una especie edáfica que vive en el Piamonte, Italia (Kime & Enghoff, 2011).

Dos años después Breuil realizó uno de sus hallazgos más importantes, el emblemático *Paraphaenops breulianus breulianus*,

un coleóptero de la Cova Cambra en la Mola de Catí en el macizo de Els Ports recolectada en esta y otras localidades vecinas unos pocos años más tarde por su descubridor, uno de los padres de la bioespeleología, el entomólogo francés René Jeannel, acompañado de uno de los más prometedores bioespeleólogos españoles Cándido Bolívar, del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

Ya entrado el siglo XX otros naturalistas y zoólogos como Francesc Español y sus fieles colaboradores ligados al Museu de Zoologia de Barcelona, realizarán una amplia labor científica, con el descubrimiento de especies y géneros hasta entonces desconocidos. Serán descritos géneros como el icónico coleóptero *Ildobates* o el sorprendente género *Paratachycampa* (Figura 7), ambos de las Alineaciones Costeras. Ya a finales de siglo y comienzos del XXI, el programa para el estudio bioespeleológico emprendido por la Fundación Entomológica Torres Sala, terminó de completar lo que hoy sabemos sobre esta fauna de las cuevas. Todos estos conocimientos se centraron principalmente en el Sector Oriental y las Alineaciones Costeras. No será hasta esta última década que se descubrió una fauna de sorprendentes taxones cavernícolas, entre los que destaca el relicto opilión del género *Turonychus*, en las estribaciones interiores de la vasta región del Maestrazgo, gracias a la labor de miembros de la *Associació Catalana de Bioespeleologia* ligados al *Museu de Ciències Naturals de Barcelona*.

Veamos ahora las cifras de biodiversidad cavernícola en número de especies (Tabla 1). Si consideramos todo el Sistema Ibérico, las especies invertebradas terrestres suman 214, que incluyen 87 formas exclusivas, troglobias, y 127 temporales o no obligadas a vivir allí, troglófilas (Figura 8). No obstante, si centramos nuestro interés en las sierras interiores, hallamos una exigua representación, con tan sólo 22 formas troglobias, y 19 troglófilas, casi en su totalidad localizadas en el maestrazgo turolense (Figura 8). Esta disparidad en la diversidad de las sierras más próximas al litoral costeras y las de los altiplanos interiores se refleja con claridad en los mapas (Figuras 8 y 9) donde la superposición de una sombra gris refleja las áreas kársticas, con cavidades potencialmente colonizarles por fauna cavernícola. A este sombreado se superpone una malla UTM cuadrículada limitada a la extensión del Sistema Ibérico. La intensidad de las cuadrículas de 10 x10 km nos indica: la ausencia de fauna (en blanco) o su menor a mayor abundancia (incremento de

tonos rojizos, de muy claro a intenso) en especies de invertebrados terrestres troglobios y troglófilos (Figura 8).

En cuanto a la composición faunística, los grupos zoológicos dominantes son los esperables: un elevado número de hexápodos (62 troglobios/ 74 troglófilos) donde predominan los insectos, colémbolos y dipluros; del resto de artrópodos sólo destacan los quelicerados (19 troglobios/ 33 troglófilos) (Figura 9). Entre los invertebrados no artrópodos, tan sólo hay cuatro especies de moluscos gasterópodos y dos de anélidos oligoquetos, una representación casi testimonial que constata la ausencia de muestreos específicos, incluidos los de grupos zoológicos con potencialidad para ocupar las zonas profundas de cavidades, como son los nematodos o los ácaros que sólo puntualmente han recibido atención (Abolafia, 2023; Moraza, 2023).

En sus cuevas y simas de estos altiplanos kársticos interiores del Sistema Ibérico predominan los hexápodos (17 troglobios / 16 troglófilos) frente a sólo unos pocos taxones de otros grupos de artrópodos (5 troglobios / 3 troglófilos). Pero lo realmente llamativo es la escasez de coleópteros (4 troglobios/ 4 troglófilos) al contrario que los dipluros (6 troglobios) y los colémbolos (7 troglobios/ 10 troglófilos). Este sesgo respecto a la población cavernícola en los altiplanos de las sierras más interiores de la Iberia contrasta con la riqueza en las sierras ibéricas más próximas al litoral.

Por último, hagamos una referencia a esas especies de mayor interés biológico en el marco de todo el Sistema Ibérico, aquellas que gozan de una especial endemismidad, cuyo valor filogenético como testimonios vivos de una fauna residual del pasado ha quedado plasmada en diversos textos. En la literatura zoológica se los denomina, a veces con cierta "alegría", como 'fósiles vivientes'. En esta categoría hay varios ejemplos en el Sistema Ibérico, como son los casos de *Ildobates neboti*, *Speleoharpactea levantina* (Figura 10), *Troglobisium racovitzai*, *Paratachycampa penyoensis*, *Paratachycampa hispanica* (Figura 7) y *Gollumjapyx smeagol* en la Serra Calderona y la Serra d'Espadà, o bien la bella *Valenciolenda fadaforesta*, una majestuosa cigarrilla ciega del Sector Oriental (Hoch et al., 2021); además de otras especies de especial interés (Figuras 11 y 12). También hallamos un par de excelentes ejemplos en las sierras interiores, en el Maestrazgo turolense y castellanense: *Paraphaenops fadriquei* y su pariente más cercano de Els Ports en Tarragona *Paraphaenops breulianus* (Figura 6), un

Filo	Subfilo	Clase	Orden	Troglobios	Troglófilos	
Anélidos					<i>Aporrectodea rosea</i> <i>Eukerria saltensis</i>	
Moluscos		Gasterópodos			<i>Suboestophora tarraconensis</i> <i>Oxychilus cellarius</i> <i>Oxychilus courquini</i> <i>Oxychilus draparnaudi</i> <i>Oxychilus mercadali</i> <i>Oxychilus cellarius</i>	
Artrópodos		Quelicerados	Pseudoescorpiones	<i>Acantocreagris relictata</i> <i>Arcanobisium comasi</i> <i>Ephippiochthonius aini</i> <i>Ephippiochthonius castellonensis</i> <i>Occidenchthonius sendrai</i> <i>Occidenchthonius ventalloi</i> <i>Troglobisium racovitzi</i>	<i>Paedobisium minutum</i> <i>Allochernes masi</i> <i>Allochernes wideri</i> <i>Chelifer cancroides</i> <i>Ephippiochthonius catalonicus</i> <i>Ephippiochthonius galcerani</i> <i>Ephippiochthonius gibbus</i> <i>Ephippiochthonius hibericus</i> <i>Ephippiochthonius serengei</i> <i>Ephippiochthonius tetrachelatus</i> <i>Roncus pugnax</i> <i>Roncus lubricus</i> <i>Chthonius dacnodes</i> <i>Chthonius siculus</i>	
			Palpígrados	<i>Eukoenia montagui</i> <i>Eukoenia patrizii iberica</i> <i>Eukoenia sendrai</i> <i>Eukoenia valencianus</i>		
			Ácaros		<i>Foveacheles clavirineta</i> <i>Ixodes vespertilionis</i> <i>Geholaspis longispinosus</i> <i>Ramusella bernini</i>	
			Araneidos	<i>Cybaeodes dosaguas</i> <i>Tegenaria hispanica</i> <i>Leptoneta comasi</i> <i>Leptyphantes ibericus</i> <i>Palliduphantes lorifer</i> <i>Speleoharpactea levantina</i>	<i>Centromerus paradoxus</i> <i>Dysdera espanoli</i> <i>Dysdera valentina</i> <i>Eidmanella pallida</i> <i>Halocnemus hispanus</i> <i>Leptoneta infuscata</i> <i>Leptyphantes ibericus</i> <i>Lessertia dentichelis</i> <i>Metellina segmentata</i> <i>Metellina mengei</i> <i>Metellina merianae</i> <i>Nesticus cellulanus</i> <i>Pholcus falangioides</i> <i>Spermophorides elevata</i>	
			Opiliones	<i>Ptychosoma espanoli</i> <i>Turonychus fadriquei</i>	<i>Dicranolasma soerenzenii</i>	
			Malacostráceos	Isópodos	<i>Macedonethes castellonensis</i>	<i>Armadillidium espanyoli</i> <i>Cordioniscus stebbingi</i> <i>Cristarmadillidium muricatum</i> <i>Parachaetophiloscia aff. levantina</i> <i>Phalloniscus tarraconensis</i> <i>Porcellio baeticensis</i> <i>Porcellio incanus</i> <i>Porcellio laevis</i> <i>Porcellio silvestrii</i>
			Miriápodos	Diplópodos	<i>Cottodesmus breuili</i> <i>Psichrosoma breuili</i> <i>Syniulus bolivari</i> <i>Typhlopsychrosoma tarraconense</i>	<i>Macellolophus rubromarginatus</i> <i>Propolydesmus dismilis</i> <i>Stosaeta capolongoi</i>
				Quilópodos	<i>Lithobius jorbai</i> <i>Lithobius hemihydrobius</i>	

Filo	Subfilo	Clase	Orden	Troglbios	Troglófilos	
		Hexápodos	Colémbolos	<i>Heteromurus gamae</i> <i>Oncopodura fadriquei</i> <i>Pseudosinella barcelonensis</i> <i>Pseudosinella beruetei</i> <i>Pseudosinella suboculata</i> <i>Pseudosinella tarraconensis</i> <i>Pygmarrhopalites boneti</i> <i>Pygmorrhopalites cantavetulae</i> <i>Pygmarrhopalites maestrazgoensis</i> <i>Pygmarrhopalites miravetensis</i> <i>Pygmarrhopalites subboneti</i> <i>Troglopedetes absoloni</i> <i>Yoshiiphorura bellingeri</i> <i>Pseudosinella encrusae</i>	<i>Coecobrya tenebricosa</i> <i>Deuteraphorura ghidini</i> <i>Deuteraphorura in-subraria</i> <i>Deuteraphorura silvaria</i> <i>Disparrhopalites patrizii</i> <i>Folsomia candida</i> <i>Heteromurus nitidus</i> <i>Lepidocyrtus flexicollis</i> <i>Megalothorax minimus</i> <i>Mesaphorura critica</i> <i>Mesaphorura hylophila</i> <i>Mesogastrura ojcoviensis</i> <i>Neanura muscorum</i> <i>Onychiurus fimetarius</i> <i>Protaphorura aconae</i> <i>Protaphorura nemorata</i> <i>Protaphorura parane-morata</i> <i>Pseudosinella infrequens</i> <i>Pygmarrhopalites pygmaeus</i> <i>Schaefferia decemoculata</i> <i>Sinella coeca</i> <i>Tomocerus minor</i>	
			Dipluros	<i>Campodea aff. egena</i> <i>Campodea grallesiensis</i> <i>Campodea maestrazgoensis</i> <i>Campodea majorica valentina</i> <i>Campodea melici</i> <i>Cestocampa iberica</i> <i>Gollumjapyx smeagol</i> <i>Litocampa zaldivarae</i> <i>Metajapyx moroderi</i> <i>Paratachycampa hispanica</i> <i>Paratachycampa penyoensis</i> <i>Plusiocampa lucenti</i> <i>Podocampa asturiana</i> <i>Podocampa aff. simonini</i>	<i>Litocampa vandeli</i>	
			Insectos	Zigéntomas	<i>Coletinia capolongoi</i> <i>Coletinia longitibia</i> <i>Coletinia redetecta</i> <i>Coletinia tessella</i>	<i>Coletinia maggi</i>
				Ortópteros		<i>Petaloptila aliena</i> <i>Petaloptila venosa</i>
		Psocópteros			<i>Liposcelis bostrychophila</i> <i>Doryteryx pallida</i> <i>Lachesilla pedicularia</i> <i>Liposcelis decolor</i> <i>Prionoglaris stygia</i> <i>Psyllipsocus ramburii</i>	
		Hemípteros		<i>Valenciolenda fadaforesta</i>		

Filo	Subfilo	Clase	Orden	Troglobios	Troglófilos
			Coleópteros	<i>Anillochlamys auroxi</i> <i>Anillochlamys bueni</i> <i>Anillochlamys cullelli</i> <i>Anillochlamys lencinai</i> <i>Anillochlamys moroderi</i> <i>Anillochlamys sendrai</i> <i>Anillochlamys subtruncatus</i> <i>Anillochlamys tropica</i> <i>Iberanillus vinyasi</i> <i>Ildobates neboti</i> <i>Laemostenus levantinus</i> <i>Laemostenus portsensis</i> <i>Microtyphlus alegrei</i> <i>Microtyphlus auroxi</i> <i>Microtyphlus aff. auroxi</i> <i>Microtyphlus comasi</i> <i>Microtyphlus charon</i> <i>Microtyphlus infernalis</i> <i>Microtyphlus jusmeti</i> <i>Microtyphlus mesegueroi</i> <i>Microtyphlus virgilii</i> <i>Paranillochlamys urgellesi</i> <i>Paraphaenops breuilianus</i> <i>breuilianus</i> <i>Paraphaenops breuilianus espanoli</i> <i>Paraphaenops fadriquei</i> <i>Platyderus breuili</i> <i>Speonemadus escalerae</i> <i>Tychobythinus escolai</i> <i>Tychobythinus espanoli</i> <i>Tychobythinus urgellesi</i>	<i>Aglenus brunneus</i> <i>Atheta temeris</i> <i>Atheta subcavicola</i> <i>Atheta spelaea</i> <i>Atheta linderi</i> <i>Atheta reyi</i> <i>Bisnius parvus</i> <i>Conosomus testaceus</i> <i>Conosomus pubescens</i> <i>Cryptolestes ferrugineus</i> <i>Cryptophagus scutellatus</i> <i>Laemostenus terricola</i> <i>Lepidocyrtus curvicollis</i> <i>Omalium rivulare</i> <i>Otiorynchus torressalae</i> <i>espagnoli</i> <i>Porotachys bisulcatus</i> <i>Quedius fulgidus</i> <i>Sepedophilus cavicola</i> <i>Sunius fagniezi</i> <i>Thalassophilus longicornis</i> <i>Trechus fulvus</i>
			Tricópteros		<i>Mesphyllax aspersus</i> <i>Stenophyllax mucronatus</i>
			Lepidópteros		<i>Pyrois effusa</i>
			Dípteros		<i>Coproica rohaceki</i> <i>Exechia fulva</i> <i>Exechiopsis coremura</i> <i>Exechiopsis jenkinsoni</i> <i>Exechiopsis pseudindecisa</i> <i>Exechiopsis unguiculata</i> <i>Heteromyza atricornis</i> <i>Limonia nubeculosa</i> <i>Macrocera fasciata</i> <i>Megaselia tenebricola</i> <i>Mycomyza cineracens</i> <i>Mycetophila marginata</i> <i>Phronia tenuis</i> <i>Rymosia affinis</i> <i>Tarnania dziedzickii</i> <i>Triphleba antricola</i>

Tabla I: Grupos zoológicos y especies de invertebrados troglobios y troglófilos en cuevas y simas del Sistema Ibérico.

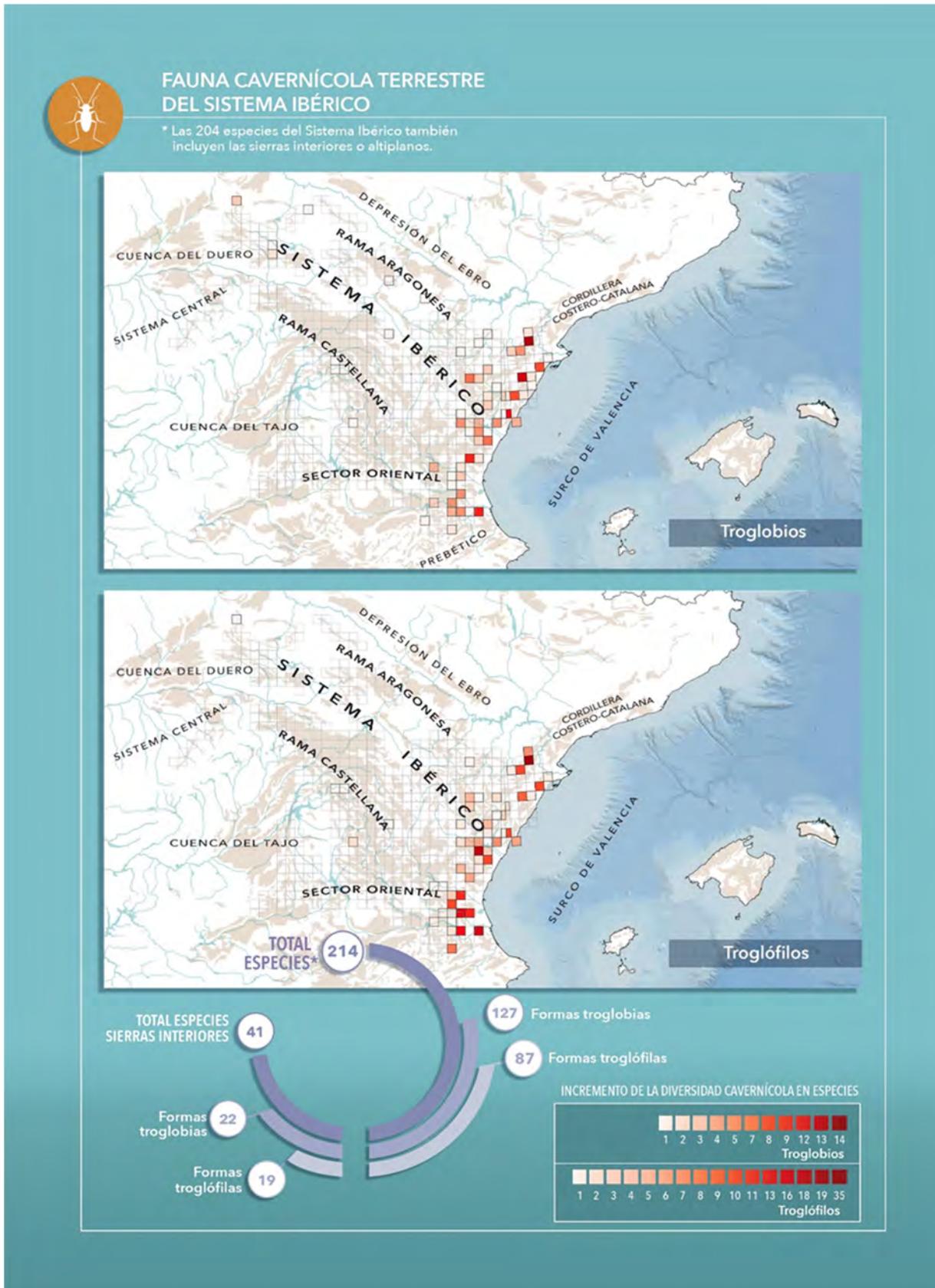


Figura 8: Diversidad de las especies de invertebrados cavernícolas terrestres (troglodios y troglófilos) en el Sistema Ibérico. La intensidad de coloración hacia el rojo indica el incremento del número de especies cavernícolas situadas en una misma cuadrícula de UTM de 10 x 10 Km. En color beige, los terrenos karstificables.

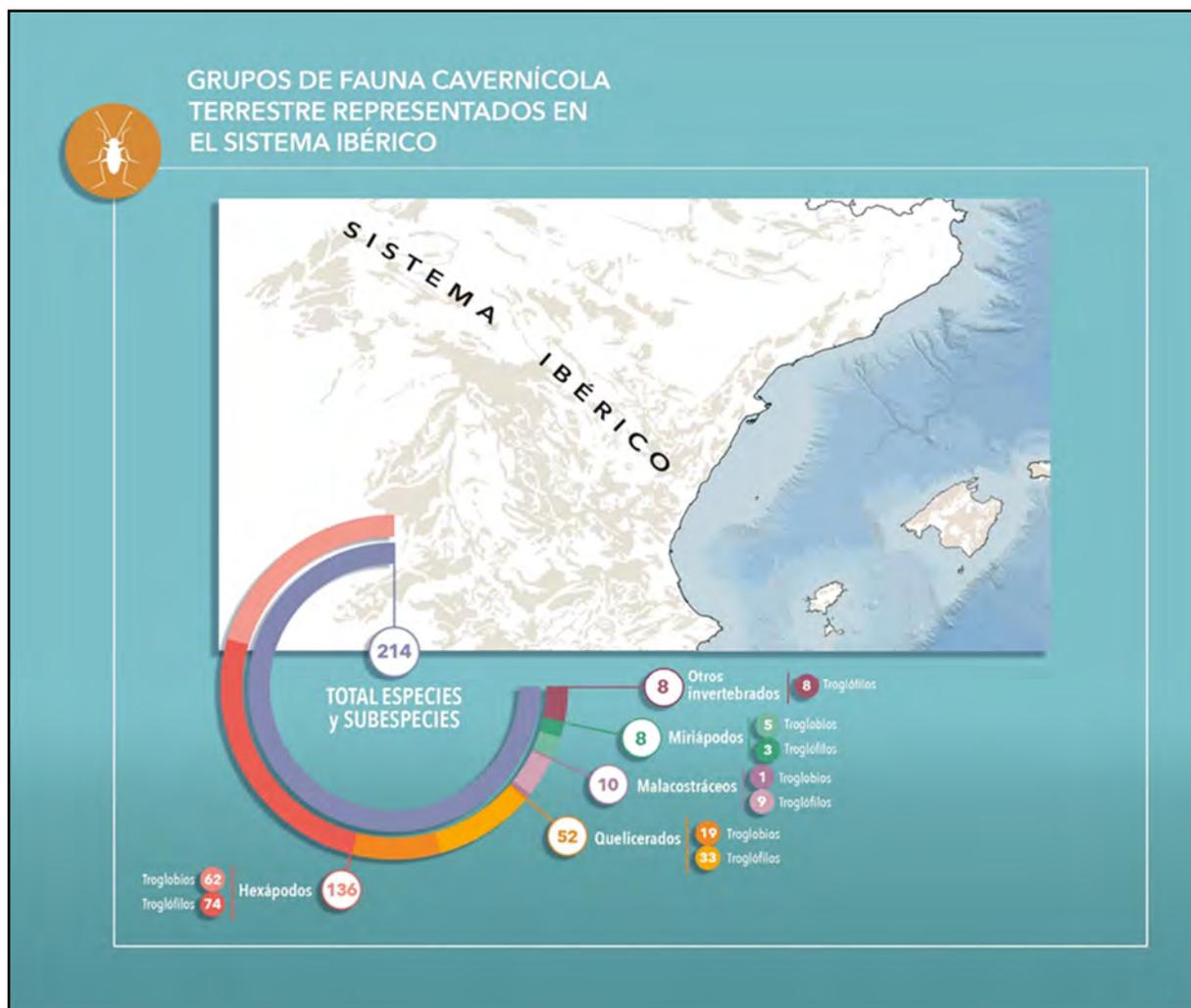


Figura 9: Representación en especies troglóbias y troglófilas para cada grupo de invertebrados terrestres cavernícolas del Sistema Ibérico. En el mapa representa en color beige, los terrenos karstificables.

género de coleópteros carábidos que nos muestra las ancestrales relaciones de faunas entre la Iberia con la isla de Cerdeña (Salgado & Fresneda, 2023); limitado a este Maestrazgo interior: *Turonychus fadriquei*, un opilión relicto tropical cuyos parientes más estrechos se hallan en Australia y Nueva Zelanda y que acabó en cuevas de Teruel (Prieto, 2023).

**Plan de trabajo.**

Nuestro plan de trabajo consiste en la exploración sistemática, que incluirá recolección directa o mediante colocación de trampas de caída de la fauna invertebrada terrestre de la zona profunda de las cavidades seleccionadas. Un plan que conlleva el disfrute de la práctica espeleológica en su faceta de exploración de la vida que se aloja en las cuevas y simas, en busca de seres diminutos o incluso invisibles a nuestros ojos. El resultado será descubrir la historia del poblamiento fau-

nístico de las cuevas y simas de las sierras interiores del Sistema Ibérico, a la vez que valorar su importancia ecológica. ¡Qué se



Figura 10: *Speleoharpactea levantina*, este arañido se halla restringido a cavidades de la región de las Alineaciones Costeras (Castelló-Tarragona), una región geoestructural de gran interés biospeleológico que forma un conjunto de pequeñas sierras paralelas a la costa y separadas por depresiones tectónicas. Fotografía cortesía de Mundos de Agua.



Figura 11: *Pseudonisella tarraconesis*, uno de los colémbolos cavernícolas que pueblas las sierras orientales del Sistema Ibérico, en las provincias de Castelló y Tarragona. Frecuenta las masas de guano y otros restos orgánicos donde proliferan mohos que forman redes de hifas. Fotografía cortesía de Adrià Miralles.

puede pedir más de un plan de trabajo!

A finales de 2023 ya nos pusimos en marcha. El equipo de autores y autoras comenzó por elegir unas pocas cavidades del Maestrazgo-Els Ports en Castelló. Nuestra intención ahora es la de organizar las futuras exploraciones, y hacerlo de la compañía de los/las que conocen mejor estos espacios sin luz, los espeleólogos y espeleólogas de distintos grupos espeleológicos y federaciones que abarcan el territorio del Sistema Ibérico.

Para visitar estos hábitats remotos precisaremos de los materiales habituales en la progresión espeleológica, una buena iluminación y los equipos de seguridad para evitar percances. A ello añadimos los propios de la bioespeleología: recipientes y conservantes diversos, etiquetas, pinceles, pinzas, aspiradores, bolsas de cierre para muestras sólidas, lapiceros y rotuladores, cebos de atracción, contenedores para trampeo, cuando se recolecta fauna; además de termómetros de

registro anual de temperatura, así como medidores de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>.

Una vez en el laboratorio, los especímenes recolectados serán separados por grupos zoológicos, y convenientemente etiquetados. Para muestras de sustratos sueltos como restos vegetales o excrementos se utilizan extractores totales tipo Berlesse para microartrópodos (larvas, ácaros, etc.) y flotación para nematodos y anélidos.

Con posterioridad se procede al estudio y clasificación de especímenes por parte de un amplio número de especialistas que nos ofrecen su apoyo en este dilatado estudio,

aunque muchos de ellos aún no son conscientes de ello.

Tras clasificar la fauna y valorar su importancia taxonómica (potenciales nuevos taxones o mejora de la descripción de los ya conocidos) se evaluarán los resultados mediante índices de diversidad, al tiempo que se compararán las distintas regiones kársticas del Sistema Ibérico con otros territorios limítrofes; se estudiará el funcionamiento de es-



Figura 12: *Syniulus bolivari*, uno de los diplópodos cavernícolas de la Mola de Catí. Cuando el alimento es abundante su presencia también, y no es raro verlo correteando entre los restos orgánicos. Fotografía cortesía de Adrià Miralles.

tos ecosistemas subterráneos infiriendo las potenciales redes tróficas que se establecen en las cavidades, comparándolas con otras de áreas próximas.

A lo largo del estudio que estimamos en seis años de intenso muestreo, se irán dando a conocer los resultados en todo tipo de publicaciones tanto de carácter académico como de divulgación, además de su exposición en encuentros, jornadas y congresos.

### La elección de las cavidades.

Las cavidades naturales, incluso artificiales, nos ofrecen una abertura al exterior para el estudio de la fauna del subsuelo profundo. De este modo, una buena elección de cuevas y simas nos facilitará el trabajo, llegar a una parte representativa de la inmensa red de conductos y espacios del subsuelo para así conocer la fauna que los habita. Este acierto en la selección de cuevas y simas es un paso crucial para ahorrar en esfuerzo de muestreo, en especial dada la vasta extensión de las regiones Sistema Ibérico a estudiar.

Las cavidades elegidas necesitan tener un cierto desarrollo dimensional para per-

mitirnos el acceso a la zona profunda o de estancamiento, allí donde la temperatura es más o menos estable y la humedad relativa es elevada alcanzando la saturación. Han sido descartadas aquellas cavidades muy alejadas de carreteras o pistas de acceso motorizado, con tiempos de aproximación superiores a las dos horas. Se han descartado particularmente simas con pozos profundos que sobrepasen los 20 metros de caída libre, además de cavidades donde el acceso a las zonas profundas deba realizarse tras franquearse uno o varios sifones que precisen el buceo asistido. Hemos utilizado otro criterio, igualmente decisivo: no incluimos cavidades donde se ha realizado un intenso estudio bioespeleológico, como sucede en el caso de la Cija de Fortanete, Teruel.

Esta selección previa no hubiera sido posible sin la información y consejos proporcionados por dedicados y excelentes espeleólogos y espeleólogas en los distintos territorios, una parte importante ligados a las federaciones espeleológicas territoriales de Castilla y León, La Rioja, Castilla-La Mancha y Aragón y, además de la Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst. Una colaboración que deseamos que se prolongue durante la realización de los trabajos de campo.

Sierras kársticas interiores	Cavidades seleccionadas para el estudio
Sierras septentrionales burgalesas, riojanas y sorianas de la Rama Aragonesa	<p><b>Burgos.</b> Sierra de la Demanda: Cueva de Fuentemolinos (Belorado) y Cueva de Neila (Neila); Sierra de Mencilla: La Torquilla de Urrez (Villasur de Herreros); Sierra de las Mambas: Cueva de Puertas Viñas o bien la Cueva Gato (ambas en Hortigüela); Peña Carazo: Cueva del Burro (Carazo).</p> <p><b>La Rioja.</b> Sierra Cameros: Cueva Lóbrega (Torrecilla en Cameros) y Cueva de Peña Miel (Nieva de Cameros); Sierra de la Demanda: Mina Marte (Ezcaray).</p> <p><b>Soria.</b> Cañón del Río Lobos: Cuevas de la Galiana Alta y Baja o bien la Sima del Cura Merino (todas ellas en Ucero) y Cueva de San Cristóbal (San Leonardo de Yagüe); Comarca de Soria: Cueva del Barro o de las Campanas (Soria) y La Sima (Golmayo); Tierra de Medinaceli: Sima de Arbujuelo (Medinaceli).</p>
Sierras centrales zaragozanas, turolenses y castellanense de la Rama Aragonesa	<p><b>Zaragoza.</b> Comarca de Valdejalón: Cueva del Muerto (Ricla); Campo de Cariñena: Cueva Onsa (Aguilón); Comunidad de Calatayud: Cueva de Nigüella (Nigüella); Sierra del Moncayo: Cueva Honda y Cueva Hermosa (ambas en Calcena).</p> <p><b>Teruel.</b> Sierra de Oriche: Sima de Val de Otón (Huesa del Común); Maestrazgo: Cueva Baticabras (Molinos); Sierra de Sant Just: Cija de la Recontra (Aliaga); Valle medio del Guadaloque: Cueva de la Infernalera (Alcañiz) y Cueva Morena (Foz-Calanda); Javalambre-Maestrazgo: Cueva del Sauco y Sima de la Cespedosa (Mosqueruela).</p> <p><b>Castellón.</b> Els Ports: Cova del Mas d'En Pau (Castell de Cabres) y Avenc del Bovalar (Cincorres); Maestrazgo: Cova del Mas de Forés (Benassal).</p>
Sierras guadalajarenses y conquenses de la Rama Castellana	<p><b>Guadalajara:</b> Alto Tajo: Cueva de las Majadillas (Sacecorbo); Sierra de Albarracín: Cueva del Tornado (Checa).</p> <p><b>Cuenca:</b> Serranía Alta: La Similla del Val (Santa María del Val) y Cueva del Royo Malo (Poyatos); Serranía de Cuenca: Cueva de los Moros (Las Majadas), Cueva del Tío Manolo (Uña), Cueva del Boquerón (Buenache de la Sierra) y Cueva del Boquerón (Cuenca)</p>

Tabla II: Cavidades seleccionadas en las sierras interiores para el muestreo de fauna invertebrada del medio subterráneo profundo (ordenadas de noroeste a sureste)



Figura 13: *Gollumjapyx smeagol*, uno de los mayores depredadores que habitan algunas cavidades de las sierras kársticas. Su tamaño que puede superar los dos centímetros de tamaño corporal al que se une unos poderosos cercos esclerotizados con capacidad para la captura de presas vivas lo sitúan en la cúspide de la pirámide trófica del medio subterráneo del Sistema Ibérico. Fotografía cortesía de Sergio Montagud Alario.

No hará falta nombrar en el texto principal las 38 cavidades elegidas, basta con disponer de ellas en la Tabla II. Como vemos hemos intentado equilibrar, en la medida que nos ha sido posible, el número de cavidades con la superficie kárstica con potenciales cavidades (Figura 8). Aunque, una vez progrese el estudio, nuevas incorporaciones seguro se producirán, y quizás alguna de las cavidades elegidas serán descartadas.

**A modo de epílogo...** el estudio que hemos emprendido se extenderá a lo largo de seis años y, como no podría ser de otro modo, involucrará no solo al equipo de autores/as de este trabajo, también a muchas compañeras y compañeros de espeleología y a un buen número de especialistas en los distintos grupos zoológicos que sean recolectados. Será por tanto un trabajo colectivo para descubrir la vida que mora en las cavidades del Sistema Ibérico.

Quizás este estudio llegue tarde, la crisis climática avanza a pasos de gigante, pero antes de que nos sobrepase valdría la pena conocer mejor la composición de esta fascinante fauna de las cuevas y simas, en un territorio que sigue olvidado.

#### Bibliografía.

Almela, J. (2024) Dos modelos de Geosistemas kársticos de la provincia de Castellón: La

sierra de Espadán y el Maestrat. *Revista Gota a gota*, núm, 31: 43-64.

Abolafia, J. 2023. Nematodos, gusanos redondos, págs. 178-183. En: Sendra A. (Coord.). 2023. Habitantes de la oscuridad: Fauna Ibero-balear de las cuevas. Sociedad Entomológica Aragonesa.

Ayala, F.J., Rodríguez, JM., Prieto, C., Durán, JJ., Del Val, J., Rubio, J. 1986. Memoria del Mapa del Karst de España. Instituto Geológico y Minero de España. 68 págs.

Bellés, X. 1987. Fauna cavernícola i intersticial de la Península Ibèrica i les Illes Balears. Monografies Científiques, 4. Consell Superior d'Investigacions Científiques. Mallorca.

Derkarabetian S, Baker CM, Hedin M, Prieto CE, Giribet G. 2021. Phylogenomic re-evaluation of Triaenonychoidea (Opiliones: Laniatores), and systematics of Triaenonychiidae, including new families, genera, and species. *Invertebrate Systematics* 35 (2): 133–157. <https://doi.org/10.1071/IS20047>.

Hoch H, Sendra A, Montagud S, Teruel S, Ferreira RL 2021. First record of a cavernicolous Kinnaridae from the Old World (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Fulgoromorpha, Kinnaridae, Adolendini) provides testimony of an ancient fauna. *Subterranean Biology* 37: 1-26. <https://doi.org/10.3897/subtbiol.37.60483>

Jordana, R., Fadrique, F., Baquero, E. 2012. The collembolan fauna of Maestrazgo caves (Teruel, Spain) with description of three new species. *Zootaxa*, 3502: 49-71.

Kime, R.D., Enghoff, H. 2011. Atlas of European millipedes (Class Diplopoda), vol. 1: orders Polyxenida, Glomerida, Platydesmida, Siphonocryptidae, Polyzoniida, Callipodida, Polydesmida. Pensoft Publishers, Sofia, Bulgaria.

Moraza, M.L. 2023. Ácaros, arácnidos invisibles, págs 270–274. En: Sendra A. (Coord.). 2023. *Habitantes de la oscuridad: Fauna Ibero-balear de las cuevas*. Sociedad Entomológica Aragonesa.

Ortuño, VM., Sendra, A., Reboleira, AS., Fadrique, F., Faille, A. 2017. The Iberian genus *Paraphaenops* Jeannel, 1916 (Coleoptera: Carabidae: Trechini): Morphology, phylogeny and geographical distribution. *Zoologischer Anzeiger*, 266: 71-88. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2016.10.009>.

[Prieto, CE. 2023. Opiliones, cazadores zancudos, págs 257-269. En Sendra, A. \(coord.\). 2023. \*Habitantes de la Oscuridad: Fauna Ibero-balear de las cuevas\*. Sociedad Entomológica Aragonesa.](#)

Racovitza E. 1907. Essai sur les problèmes biospéologiques. Bioespeleologica, I. *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, première série 6 : 371-488.

Rodríguez-Fernández, L.R. (editor) (2004): Mapa Geológico de España a escala 1:2.000.000. En: Geología de España (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid.

Salgado, JM., Fresneda, J. 2023. Coleópteros, insectos con estuche, págs 413-470. En Sendra, A. (coord.). 2023. *Habitantes de la Oscuridad: Fauna Ibero-balear de las cuevas*. Sociedad Entomológica Aragonesa.

Sendra A. (Coord.). 2023. *Habitantes de la oscuridad: Fauna Ibero-balear de las cuevas*. Sociedad Entomológica Aragonesa. 752 págs.

Sendra, A; Beltrán. L. 2023. Los elegidos: así es la fauna cavernícola Ibero-balear. *Quercus*, 448: 20-27.

Sendra, A., Beltrán, MD., Sánchez JM. 2015. Descripción de un sorprendente dipluro nuevo (Diplura: Campodeidae) de las cavidades de la Cordillera Ibérica (Aragón, España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 57 (2015): 189-199.

Sendra A., Membrado J.L., Beltrán L., Barranco P., Hernando C., Vives i Noguera E., Pérez T., Tinaut A., Salgado J.M., Fresneda J. 2023. Diversidad, distribución y Origen, 509-578. En: Sendra A. (Coord.). 2023. *Habitantes de la oscuridad: Fauna Ibero-balear de las cuevas*. Sociedad Entomológica Aragonesa. 752 págs.

### Agradecimientos

Transmitir nuestro mayor agradecimiento a las personas e instituciones que han hecho posible este trabajo y nos han ayudado y ayudan en ponerlo en marcha: a Miguel Ángel Merino y Ana Isabel Ortega de la Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst; a Julio García Añibarro de Federación de Espeleología de Castilla y León; a Ainhoa Ruiz de la Federación Aragonesa de Espeleología; a Jesús Fernández Nieto de la Federación Manchega de Espeleología y Cañones y muy especialmente a los miembros del Club Diaclasa Villalba; a Mayte Vallejo Díaz y Luis Fernando Caro de la Federación Riojana de Espeleología; a Hilario Ubiedo presidente de la Federación Española de Espeleología por coordinar a las federaciones mencionadas, y, por último a nuestro amigo Policarp Garay por aclararnos los límites geológicos y geográficos del Sistema Ibérico y de sus distintos sectores kársticos.