

MEMORIA BIOESPELEOLÓGICA DE LA CUEVA DE LAS GRADERAS – GRUTA DE CRISTAL (MOLINOS, TERUEL)

Grupo multidisciplinar bajo la coordinación de la Federación Aragonesa de Espeleología.

Alberto Sendra, Adrià Miralles, Hèctor Cardona, Floren Fadrique, José Manuel Royo, Ferran Palero, Santiago Teruel, Carlos Carrión, Patricia Soldado, Sara García y Andrés Gil. Con la colaboración en la redacción de David Cabanillas, Carlos Prieto y Ernesto Recuero.



Nemastomella sp. Fotografía Adrià Miralles.

1. INTRODUCCIÓN

2. VISITAS Y ACTUACIONES REALIZADAS

3. RESULTADOS

4. EN CONCLUSIÓN, las REDES TRÓFICAS

1. INTRODUCCIÓN

La Cueva de las Graderas conocida popularmente como Gruta de Cristal destaca por sus espeleotemas, con una cierta exuberancia que la convierte en una cavidad atractiva y de gran belleza. Su cierre con motivo de su explotación para el turismo modificó su entrada, limitando el acceso de quirópteros. Sus valores bioespeleológicos, en lo referente a la fauna invertebrada, según nuestra información, permanecía desconocida.

Con la pretensión de profundizar en estos conocimientos bioespeleológicos de la Cueva de las Graderas-Gruta de Cristal, reunimos un grupo de biólogos y espeleólogos, que bajo la supervisión y coordinación con la **Federación Aragonesa de Espeleología** llevo a lo largo de 2024 diversos muestreos de los invertebrados allí observados. Todo bajo la autorización de la **subdirección de medio ambiente** del servicio provincial de Teruel, **Gobierno de Aragón**.

Al tiempo que el equipo de bioespeleología abordaba los estudios bioespeleológicos, un grupo multidisciplinar hacía lo propio con los trabajos de geología, topografía y fotografía de la Cueva de las Baticambras, el desarrollo espeleológico de mayor envergadura de karst de Molinos.

La Cueva de las Graderas-Gruta de Cristal), y otras cavidades de cierto desarrollo en su enterno, v.g. Baticambras, Ogesa, Piedra Santa, ..., se enclavan en un **área kárstica de tipo hipogénico**, donde la formación de las cavidades, su karstificación, está condicionada por un techo impermeable. En estas condiciones hipogénicas se han desarrollado en el subsuelo una serie de conductos subterráneos con escasa conectividad al exterior (Sendra et al., 2014; Jiménez-Valverde et al., 2017). En la actualidad, estos conductos del subsuelo se hallan abiertos al exterior a través de pequeñas bocas (entradas) de acceso. En conjunto esta área y sus cavidades se hallan enclavadas en el conocido como figura de protección: **Monumento Natural Gruta de Cristal**.

2. VISITAS Y ACTUACIONES REALIZADAS

- 20 de abril 2024

Primera visita a la Cueva de las Graderas–Gruta de Cristal en la que se realizó una exhaustiva exploración bioespeleológica. Para referirnos a los componentes del equipo que participaron en cada visita utilizaremos sus nombres, así, en esta visita lo hicieron: Santiago, Carlos, Patricia, David, Hèctor y Sara.

A pocos metros de la entrada se observó una ninfa del gríllido, género *Petaloptila*, que se confirmaría en las dos visitas posteriores. En esta misma zona de entrada, penumbra e incluso más hacia el interior se observaron algunos ejemplares de araneidos del género *Meta*, Fig. 1.1a. Más hacia el interior, se exploraron las dos salas que se hallan acondicionadas para su visita turística. La sala superior presenta varias zonas húmedas y pequeña actividad de percolación. Se examinaron los rincones próximos al pasillo recorrido por el turismo y las pequeñas galerías adyacentes sin acceso, colocando una trampa de caída (tipo pit-fall). Una de las trampas fue cebada con queso como atrayente adicional. En el musgo que crece en la proximidad de los focos se recolectaron algunos ejemplares de diplópodos y un ejemplar de opilión del género *Nemastomella*. En restos de materia vegetal en descomposición se colectaron colémbolos y se observaron diplópodos. Debido a la iluminación excesiva de las salas es frecuente la presencia de biofilms con microorganismos fotosintéticos que poco a poco están deteriorando los espeleotemas de la cavidad, ver Fig. 2.2.



Figura 2.1. (a) un araneido del género *Meta*, y del coleóptero estafilínido (b) del género *Sepedophilus*. Fotografía, derecha: Adrià Miralles, izquierda: Hèctor Cardona.



Figura 2.2. En las fotografías se observan los daños producidos por la iluminación artificial, con la proliferación de algas, incluso briofitos (musgos), que en conjunto aceleran la disolución de los carbonatos y afecta gravemente a las formaciones de los bellos espeleotemas. Fotografías Hèctor Cardona.

Siguiendo con nuestra exploración, la sala inferior ofrece un ambiente más húmedo, con presencia de películas de agua e incluso pequeñas acumulaciones de ésta en algunas superficies horizontales. Se inspeccionó, además de la zona turística, las diversas galerías que se desarrollan al final de la sala principal. Se colocaron dos trampas de caída, una en la parte más profunda de la galería existente, una vez sobrepasados los cuadros de iluminación, y otra en la galería que se desarrolla al final de la zona visitable. Ver ubicación de las tres trampas instaladas en el plano adjunto, Fig.2.3.

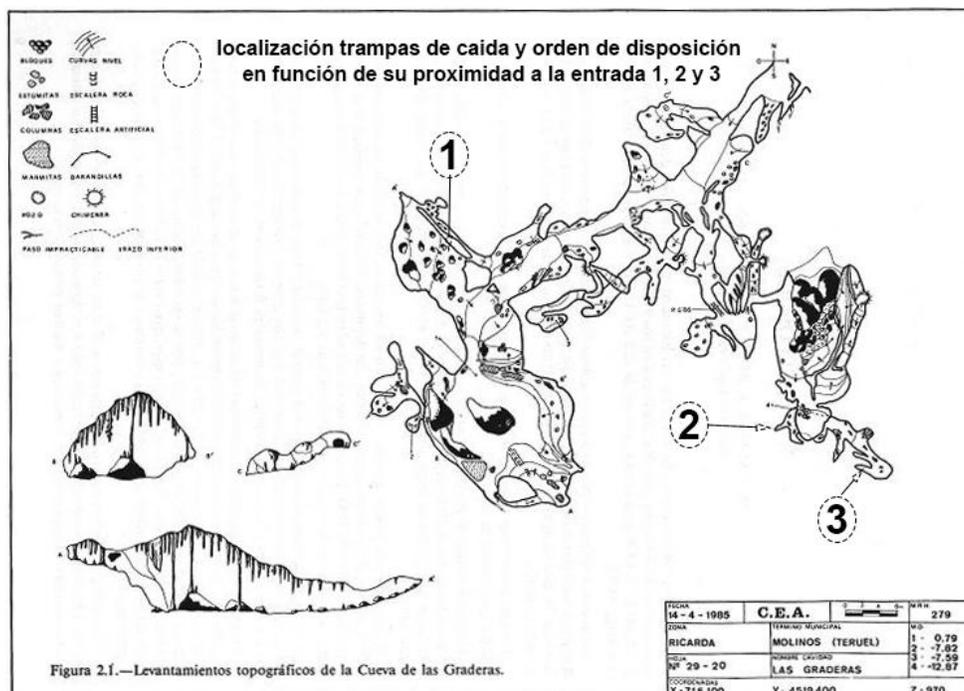


Figura 2.3. Plano topográfico de la Cueva de las Graderas-Gruta de Cristal donde se señala la disposición de las trampas de caída 1 a 3.

- **8 de septiembre 2024**

Segunda visita a la Cueva de las Graderas-Gruta de Cristal, por parte de Adrià, Alberto, Carlos, José Manuel, Raquel y Santiago, a los que se nos une Pilar Rodríguez, de la Universidad del País Vasco, especialista en Anélidos. Un recorrido de los techos de la zona de entrada y penumbra permite la recolección de adultos del gríllido observado en la primera visita, resultando ser *Petaloptila venosa*. Se recogen las tres trampas instaladas y reemplazadas por otras nuevas. En días posteriores se realizó la separación del material y su almacenaje para posterior estudio.

- **6 de octubre 2024**

La nueva visita a la Cueva de las Graderas-Gruta de Cristal tuvo lugar a lo largo del día, y estuvieron a cargo de: Alberto, Carlos, Hèctor, y Patricia, acompañados de José y Jordi Barrachina. En la visita se procedió a la retirada de las tres activadas en la Gruta de las Graderas.

3. RESULTADOS

Los resultados de la diversidad faunística cavernícola, aún provisional, arroja una cifra significativa de 8 taxones, 6 de los cuales determinados a nivel de especie, sin incluir la diversidad en proceso de determinación de dípteros, ver tabla 1. Una diversidad ordenada en tres grupos taxonómicos de artrópodos: Arachnida, Myriapoda y Hexapoda,

Tabla 1.- Datos brutos de recolección de fauna en los muestreos directos o mediante el empleo de trampas de caída.

CUEVA DE LAS GRADERAS–GRUTA DE CRISTAL)			
Grupo zoológico	Familia	Género	Especie
Arachnida- Araneida	Tetragnathidae	<i>Meta</i> Koch, 1836	<i>Meta</i> sp.
Arachnida- Opiliones	Nemastomatidae	<i>Nemastomella</i> Mello-Leitao, 1936	<i>Nemastomella</i> cf. <i>dipentata</i> (Rambla, 1959)
Myriapoda- Diplopoda	Blanulidae	<i>Proteroiulus</i> Silvestri, 1897	<i>Proteroiulus broelemanni</i> Lohmander, 1925
Hexapoda- Diplura	Campodeidae	<i>Campodea</i> Silvestri, 1913	<i>Campodea (Campodea)</i> <i>maestrazgoensis</i> Sendra & Escolà, 2004
Hexapoda- Collembola	Isotomidae	<i>Folsomia</i> Willem, 1902	<i>Folsomia candida</i> Willem 1902
Hexapoda- Insecta- Orthoptera	Gryllidae	<i>Petaloptila</i> Pantel, 1890	<i>Petaloptila venosa</i> Gorochov & Llorente, 2001
Hexapoda- Insecta- Coleoptera	Staphylinidae	<i>Sepedophilus</i> Gistel, 1856	<i>Sepedophilus</i> sp.
	Carabidae	<i>Laemostenus</i> Bonelli, 1810	<i>Laemostenus (Pristonychus) terricola</i> <i>terricola</i> (Herbst, 1783)

El estudio bioespeleológico realizado, nos muestra un elenco de especies, en su mayor parte, generalistas, frecuentes en hábitats del exterior como sucede con buena parte de la fauna terrestres. Destacan algunas especies más propiamente cavernícolas, como el dipluro de la familia Campodeidae: *Campodea (Campodea) maestrazgoensis*, En cualquier caso, para comentar la relevancia de cada uno de los taxones identificados los abordaremos a continuación uno a uno en forma de sinopsis de carácter histórico natural, y lo haremos en orden taxonómico.

ARACHNIDA — OPILIONES

Nemastomella cf. dipentata (Rambla, 1959)

Se han observado tanto en Cueva de las Baticambras como de las Gradenas esta incierta especie de opilión del género *Nemastomella* (Fig. 3.1). En la península ibérica este género incluye una docena de especies con tendencias cavernícolas (Prieto, 2023). En la imagen de la figura 3.1 se aprecia la presencia de un par de bastones en el segundo terguito (placa quitinizada) torácico (el primer par de bastones que se aprecia detrás de los ojos), lo cual ocurre en tres especies, *Nemastomella cristinae* (Rambla, 1969) de los montes asturleonéses, *Nemastomella gevia* Prieto 2004 de las cuevas del noreste de Jaén y *Nemastomella dipentata* (Rambla, 1959) del Sistema Central e Ibérico.



Figura 3.1. Opilión *Nemastomella cf. dipentata*. Fotografía de Adrià Miralles.

Sin embargo, un estudio molecular de las especies de *Nemastomella* (Ugarte et al., en prep.) demuestra que las poblaciones del Sistema Ibérico (con especímenes secuenciados del norte de Burgos, Moncayo y Teruel) forman un clado diferenciado de las poblaciones del Sistema Central, las cuales se agrupan más estrechamente con *N. gevia* y *Nemastomella iberica* (Rambla in Dresco, 1967). Por tanto, las poblaciones del Sistema Ibérico constituyen una nueva especie

que requerirá un nuevo nombre específico ya que el nombre “*dipentata*” pertenece a la población del Sistema Central.

Los especímenes de la Sierra de la Demanda - Picos de Urbión y el Macizo del Moncayo proceden de ambientes epígeos, incluyendo MSS, mientras que el del norte de Burgos (Sima Covanegra) y los de Teruel (Sima Val de la Zoma y Cueva de las Baticambras) forman parte de la biocenosis cavernícola.

MYRIAPODA — DIPLOPODA

Proteroiulus broelemanni Lohmander, 1925

La presencia de este diplópodo blanúlido (Fig. 3.2) de pequeño tamaño en las zonas de acumulación de materia orgánica, donde pueden observarse unos pocos ejemplares. Algunos juveniles junto a otros adultos aislados. Como curiosidad taxonómica diremos que hace justo un siglo, esta especie fue descrita "en diferido" gracias a unas ilustraciones que había hecho uno de los más reconocidos zoólogos devoto de los miriápodos Henri Brölemann que había asignado a una especie similar, ya conocida, *Proteroiulus fuscus* (Am Stein, 1857) habitante de los suelos de norte y centro de Europa.

Proteroiulus brolemanni se extiende en suelos húmedo de norte de la península ibérica, representando esta nueva localidad en las cuevas de Molinos, Baticambras y Graderas, los límites meridionales de su área de distribución, incluso su primera cita en los ecosistemas subterráneos de las cavidades del Sistema Ibérico.



Figura 3.2. Dos ejemplares adultos del diplópodo *Proteroiulus brolemanni*, en la parte superior un ejemplar juvenil.

HEXAPODA — COLLEMBOLA

Folsomia candida Willem, 1902

La presencia en exclusiva de este colémbolo de la familia Isotomidae, en la zona profunda de Graderas, delata la frecuente presencia humana. Es una especie excepcionalmente generalista, de distribución mundial. Su reproducción partenogenética, y un ciclo de apenas 4 semanas, en los que deposita un millar de huevos, facilita amplia presencia. *Folsomia candida* con sus 3 mm de tamaño corporal no es un cavernícola, pero no le importa adentrarse con los visitantes para alimentarse de los mohos que crecen de los restos orgánicos que el turista deja en sus visitas.

HEXAPODA — DIPLURA

Campodea (Campodea) maestrazgoensis Sendra & Escolà, 2004

Es la única especie con claras adaptaciones a la vida cavernícola (apéndices alargados, multiplicación de los sensilos receptores antenales) hallada en la Cueva de las Graderas. Si bien esta especie que consideramos troglobia ocupa buena parte de las cavidades de la vasta región del Maestrazgo, estando las Graderas en su límite de distribución occidental (Sendra & Escolà, 2004; Sendra et al., 2020).



Figura 3.3. *Campodea (Campodea) maestrazgoensis*, su despigmentación es tal que se puede contemplar el contenido de su aparato digestivo, incluso cuando estos restos se concentran en heces negruzcas al final del mismo (Fotografía Adrià Miralles).

Su presencia, aunque puntual, se ha observado en toda la cavidad, desde las galerías próximas a la entrada, cuando las condiciones de humedad son elevadas hasta las más profundas. Su régimen detritívoro y fungívoro le permite acomodarse en estos espacios subterráneos conservando la capacidad para extenderse por la red de conductos del subsuelo, aunque, por el momento no se conoce del medio subterráneo superficial, y nunca ha sido hallada de los horizontes del suelo.

HEXAPODA — INSECTA — ORTHOPTERA

Petaloptila venosa Gorochov & Llorente del Moral, 2001

De color paja, en los machos las tegminas (primer par de alas endurecidas) de *Petaloptila venosa* (Fig. 3.4) son reducidas y en forma de pequeños lóbulos más o menos rectangulares que llegan al tercer segmento abdominal y con venas longitudinales que le dan su nombre. Las tegminas de la hembra no son visibles, ya que son muy pequeñas y están escondidas bajo el pronoto. Vive en cuevas y simas. Se ha encontrado en cavidades incluso con humedades muy altas y temperaturas tan bajas como los -10 °C. Se trata de un endemismo ibérico de distribución muy restringida a una decena de cavidades del este del Sistema Ibérico, en las provincias de Castellón, Valencia, Teruel y Tarragona.



Figura 3.4. *Petaloptila venosa*, el grillo de las cuevas del Maestrazgo, en la Cueva de las Graderas-Gruta de Cristal. Fotografía Adrià Miralles.

HEXAPODA — INSECTA — COLEOPTERA

Laemostenus (Pristonychus) terricola terricola (Herbst, 1783)

Sus 13-18 mm de longitud corporal y su exoesqueleto externo ligeramente metálico con un fondo marrón a negro, *L. terricola* es uno de los coleópteros carábidos más frecuentes en cuevas ibéricas. Es un excelente depredador con una versatilidad ecológica que, junto a su capacidad de dispersión, esta especie se observa a menudo tanto en el interior de cavidades como en suelos húmedos del exterior, en áreas forestales, pero también en áreas antropizadas, como edificadas, jardines, sótanos, etc. Se conoce de multitud de localidades en toda Europa y en buena parte de Asia septentrional; su presencia en América del Norte se considera introducida.



Figura 3.5. *Laemostenus terricola terricola* un coleóptero macrodepredador de las cuevas ibéricas. Fotografía de Sergio Montagud.

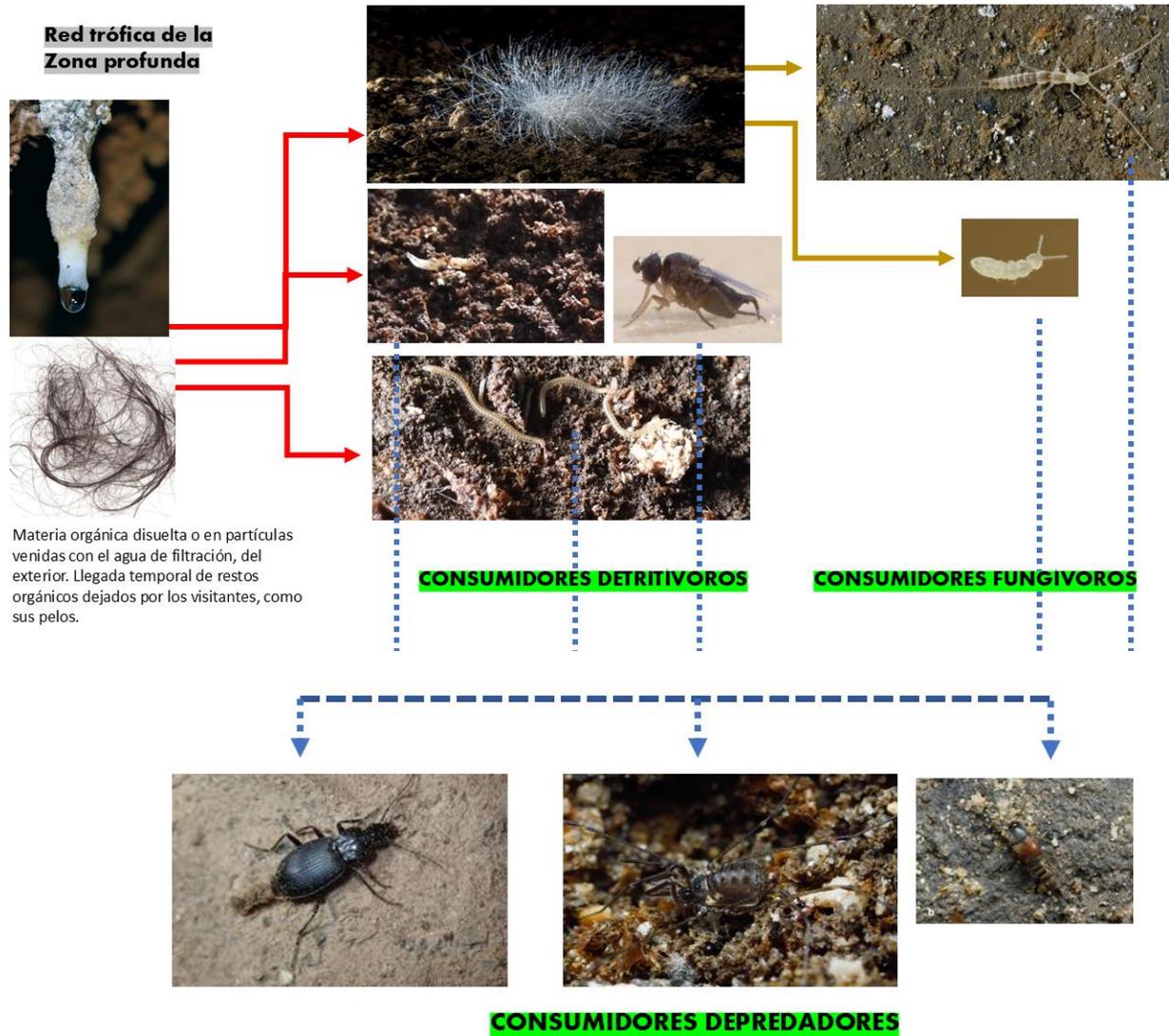
4. EN CONCLUSIÓN, LAS REDES TRÓFICAS

En este apartado final queremos mostrar los resultados del estudio bioespeleológico de la composición faunística de estos ecosistemas proponiendo una red trófica que ejemplifique como funciona la comunidad biológica de este espacio subterráneo de la Cueva de las Graderas-Gruta de Cristal. Resumiremos en una red trófica, simplificando la relación entre las distintas especies que han aparecido. Es una red trófica de la zona profunda de la cavidad (Fig. 4.1), sustentada por los aportes de materia orgánica venida del exterior. Aportación que incluye, de una parte, la materia orgánica disuelta en las aguas que se filtran al interior de la cueva, en general a través de las grietas de techo rocoso o paredes, aquellas que alimentan los espeleotemas, en general estalactitas y recubrimientos estalagmíticos.; y, de otra, la entrada frecuente de restos dejados voluntaria o involuntariamente (v.g. pelos del cuerpo, fragmento de ropa y calzados, ...) por los turistas que acceden a la cavidad.

A esta materia orgánica, referida en el párrafo anterior, se une la aportada por los organismos fotosintéticos que alimentados por la luz artificial de la instalación de iluminación de la cueva. Este abanico de pequeñas, pero casi constantes aportaciones de materia orgánica, alimenta a una serie de elementos consumidores detritívoros como larvas de dípteros (múscidos, fóridos, ...) y diplópodos (*Proteroiulus brolemanni*) pero también sirve de alimento a hongos filamentosos (mohos) del que se nutren con frecuencia consumidores fungívoros como colémbolos (*Folsomia candida*) y dipluros (*Campodea maestrazgoensis*). Dípteros, diplópodos, colémbolos, dipluros, los huevos, formas juveniles y larvas de estos son devoradas ávidamente por consumidores depredadores de pequeño tamaño (microdepredadores) como los coleópteros estafilínidos (*Sepedophilus*) o los opiliones (*Proteroiulus brolemanni*), y otros algo mayores (macrodepredadores) como el caso del coleóptero carábido (*Laemostens terricola terricola*).

Como conclusión final hemos de referirnos a la fauna de la Cueva de las Graderas-Gruta de Cristal, como una comunidad faunística primordialmente generalista, donde solo elemento como *Campodea maestrazgoensis* muestra una remarcable endemidad, si bien elementos como *Proteroiulus brolemanni* o *Laemostens terricola terricola*, poseen también interés biológico en los ecosistemas subterráneos.

Figura 4.1. Red trófica principal de la Cueva de las Graderas-Gruta de Cristal.



AGRADECIMIENTOS

En la determinación y datos biológicos de la fauna de las cavidades muestreadas debemos destacar las aportaciones de Rafael Jordana y Enrique Baquero (colémbolos), Pablo Barranco (ortópteros).

Bibliografía:

Belles i Ros, X. (1987). Fauna cavernícola i intersticial de la Península Ibérica i les Illes Balears. CSIC, Moll Ed.

Jiménez-Valverde, A.; Sendra, A., Garay, P., Reboleira A. S. P. S. 2017. Energy and speleogenesis: Key determinants of terrestrial species richness in caves. *Ecology and Evolution*. DOI: 10.1002/ece3.3558

Sendra, A., & Beltrán M.D. (2023a). Ecosistemas de las cuevas y su fauna, . En: Sendra A. (Coord.). 2023. Habitantes de la oscuridad: Fauna Ibero-Balear de las cuevas, 89–171 Sociedad Entomológica Aragonesa.

Sendra, A., Garay, P., Ortuño, V. M., Gilgado, J. D., Teruel, S., & Reboleira, A. S. P. S. 2014. Hypogenic versus epigenic subterranean ecosystem: Lessons from eastern Iberian Peninsula. *International Journal of Speleology*, 43, 253–264. <https://doi.org/10.5038/1827-806X>

Subils Valls, J. 1964. Operación Turolensis. Memoria de una campana espeleológica. Separata de Teruel nº 30.

Memoria final presentada a fecha 16 de mayo de 2025

Alberto Sendra

Unión de Espeleólogos (Valencia)