

EL ECOSISTEMA CAVERNÍCOLA DE LA CUEVA IGUNSORO 1 (CUENCA DEL RÍO BIDASOA, DONAMARÍA, NAVARRA).

The cave ecosystem of the Igunsoro cave 1 (Bidasoa river basin, Donamaría, Navarra).



Carlos Galán, Marian Nieto, Juliane Forstner & Iñigo Herraiz. Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

EL ECOSISTEMA CAVERNÍCOLA DE LA CUEVA IGUNSORO 1 (CUENCA DEL RÍO BIDASOA, DONAMARÍA, NAVARRA).

The cave ecosystem of the Igunsoro cave 1 (Bidasoa river basin, Donamaría, Navarra).

Carlos GALÁN, Marian NIETO, Juliane FORSTNER & Iñigo HERRAIZ.

Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Alto de Zorroaga. E-20014 San Sebastián - Spain.

E-mail: cegalham@yahoo.es

Junio 2021.

RESUMEN

El río Bidasoa discurre por el extremo Norte de Navarra hacia el Cantábrico y su curso bajo constituye el límite entre Gipuzkoa y Francia. En su curso medio, cerca de Santesteban (Navarra), se encuentra la localidad de Donamaría. Al Sur de la misma aflora una banda de calizas arrecifales con corales y rudistas de edad Aptiense-Albiense (Cretácico temprano), en la cual se ubica la cueva Igunsoro 1. De esta cavidad fueron descritas dos nuevas especies troglobias, de coleópteros Leptodirinae y colémbolos Onychiuridae, por lo cual nos pareció de interés estudiar el conjunto de su ecosistema subterráneo, ya que -como en otros macizos kársticos aislados- podrían tal vez encontrarse especies troglobias nuevas de otros grupos zoológicos, tanto formas detritívoras como predadores. Los muestreos efectuados permitieron hallar un interesante ecosistema subterráneo, con 24 taxa distintos, incluyendo seis especies troglobias (de: opiliones, isópodos, diplópodos, quilópodos, colémbolos y coleópteros); así como otras especies troglófilas y tres especies de quirópteros. El trabajo describe la cavidad y su fauna cavernícola.

Palabras clave: Karst en caliza, Hidrogeología, Biología subterránea, Fauna cavernícola, Invertebrados, Quirópteros.

ABSTRACT

The Bidasoa river runs through the extreme north of Navarra towards the Cantabrian Sea and its lower course constitutes the boundary between Gipuzkoa and France. In its middle course, near Santesteban (Navarra), is the town of Donamaría. To the south of it there is a band of reef limestone with corals and rudists of Aptian-Albian age (early Cretaceous), in which the Igunsoro 1 cave is located. Two new species of troglobites Leptodirinae beetles and Onychiuridae springtails were described from this cavity, for which we found it of interest to study the whole of its underground ecosystem, since -as in other isolated karst massifs- new troglobites species from other zoological groups could perhaps be found, both detritivorous and predatory forms. The samplings carried out allowed to find an interesting underground ecosystem, with 24 different taxa, including six troglobites species (of: opiliones, isopods, diplopods, chilopods, springtails and coleopterans); as well as other troglophile species and three species of chiroptera. The work describes the cavity and its cave fauna.

Key words: Limestone karst, Hydrogeology, Subterranean biology, Cave fauna, Invertebrates, Bats.

INTRODUCCION

Los macizos kársticos aislados habitualmente poseen especies troglobias que se han diferenciado en mayor o menor grado de sus congéneres, pudiendo constituir especies endémicas, restringidas a ese macizo en particular. A menudo los pequeños macizos contienen cavidades de modestas dimensiones, que no llaman la atención de los espeleólogos, y que eventualmente han sido investigadas por bioespeleólogos, en busca de indicios de interés. La cueva de Igunsoro 1, conocida desde antiguo por los pastores de la zona y cuya sala de entrada es utilizada para el resguardo de ovejas, fue objeto de muestreos biológicos puntuales por parte de taxónomos especializados en algunos grupos de invertebrados cavernícolas (coleópteros y colémbolos). En la cavidad fueron halladas dos especies nuevas de estos grupos, endémicas de este afloramiento, pero no se conocían otros datos.

Este hecho llamó nuestra atención, porque podrían potencialmente estar presentes otras especies novedosas, de otros grupos zoológicos. Habitualmente nuestros trabajos tienen un enfoque ecológico, que busca conocer y comprender no sólo qué especies están presentes en una cavidad, sino cómo está estructurado y cómo funciona el ecosistema subterráneo en su conjunto. Aparte de los peculiares rasgos morfológicos de las especies presentes, intentamos tener una visión global de cómo viven, se alimentan y reproducen esas especies cavernícolas en una cavidad en particular, incluyendo el conjunto de rasgos o peculiaridades del medio físico y las interacciones entre los distintos componentes de su ecosistema. Con este objetivo, de obtener información global del ecosistema de Igunsoro 1, realizamos este trabajo. Con el interés añadido de que la cueva está enclavada en una zona transicional entre los karst de Gipuzkoa, N de Navarra y zona Norpirenaica vasco-francesa, región ésta con una alta diversidad de troglobios.

MATERIAL Y METODOS

Las prospecciones biológicas fueron efectuadas en mayo de 2021. El plano de la cavidad fue dibujado en programa Freehand. El material biológico colectado fue preservado en etanol 75% y fue identificado en laboratorio bajo microscopio binocular Nikon. Los datos descriptivos son completados con fotografía digital.

RESULTADOS

La zona de estudio forma parte del anticlinorio Norte del Arco Plegado Vasco, continuación de la zona Norpirenaica francesa en la región (Campos, 1979; Boillot & Malod, 1988; Rat, 1988; Galán, 1993). La cavidad se localiza a 2,5 km al SE de Donamaría (cuenca del río Bidasoa), en una estribación del monte Demanda (775 m snm), sobre una banda caliza que se extiende en sentido WSW hasta el arroyo Ezpeloko erreka, al Sur de Urroz y Oitz. Esta banda de calizas Urgonianas (de edad Aptiense-Albiense, Cretácico temprano), tiene una potencia media de 200 m. El buzamiento observado en la cavidad es de 30-40° SE.

Litológicamente se trata de calizas con construcciones de rudistas que se extienden sobre el flanco N del sinclinal del monte Demanda. Constituyen la unidad litoestratigráfica 133 (SITNA Navarra) y equivale a la Formación Arrarás, formando parte del "Complejo Urgoniano" (Campos, 1979; Faci Paricio et al, 2002). En las proximidades del arroyo de Charuta, los últimos niveles de este tramo se encuentran marmorizados, debido al metamorfismo provocado por su proximidad a la falla de Leiza.

La unidad está formada por un conjunto de calizas micríticas (mudstone y wackestone), con construcciones de rudistas de distintos tamaños. Alternando con estos niveles se observan algunos tramos de calizas bioclásticas, formados por fragmentos de la bioconstrucción. Estos niveles, de color gris, se encuentran muy recristalizados y localmente marmorizados y dolomitizados, presentando un alto contenido en materia orgánica. El espesor es muy variable, con potencias que oscilan entre 350 y 100 m.

Los estudios faunísticos han determinado la presencia de moluscos, políperos, equinodermos, corales, algas calcáreas y rudistas, de especies que permiten atribuirles una edad Aptiense-Albiense. Esta unidad se asocia a depósitos de una amplia plataforma carbonatada, compuesta por facies micríticas con rudistas y corales distribuidos en bancos de orden métrico, con entradas de material terrígeno en un pequeño surco desarrollado en la zona de Oroquieta. Los estudios petrográficos han señalado para las calizas el predominio de biomicritas y biomicritas pelletíferas, con variaciones notables del contenido micrítico (47-80%), foslilífero (12-35%) y pelletífero (<20%) y presencia ocasional de cuarzo (<6%) e intraclastos (<7%) (Faci Paricio et al, 2002).

Las calizas destacan poco en el relieve local, debido a la importante cobertura forestal de hayedos, existiendo en la parte alta del monte alguna dolina y pequeños afloramientos de lapiaz. La boca de la cavidad se abre a media ladera, en una hondonada que sólo es apreciable cuando se pasa muy cerca de ella.

El trabajo faunístico fue efectuado en la cueva Igunsoro 1, de 184 m de desarrollo de galerías, pero en su cercanía existen otras dos cavidades: Igunsoro 2, sima de -6 m con una pequeña galería inferior, e Igunsoro 3, cueva de similar morfología que la 1 constituida por una sala de 34 m de diámetro con espeleotemas columnares en su perímetro interno. Ambas cavidades mostraron escasez de fauna, reducida ésta a algunas de las especies troglóxenas y troglófilas encontradas y más numerosas en Igunsoro 1. Por lo que, en lo que sigue, haremos referencia sólo a la primera cavidad.

DESCRIPCION DE LA CAVIDAD

Denominación: Cueva Igunsoro 1. Catálogo Espeleológico de Navarra: NA-0045.

Situación: a 2,5 km al SE de la localidad de Donamaría, en el flanco Sur de una estribación del monte Demanda.

Coordenadas ETRS89, UTM30N: E 609.840; N 4.772.916; altitud: 545 m snm.

Dimensiones. Desarrollo: 184 m. Desnivel: -44 m. Figuras 02 á 25. Plano en Figura 01.

Descripción: La entrada a la cavidad es amplia (6 m de ancho x 3 m de alto) y se abre en una depresión de la ladera que se prolonga a través de una galería en rampa, de 12 m de largo, para enlazar con una espaciosa sala, de 48 m de diámetro y techo a 4-6 m de altura. La parte de la sala más cercana a la boca de acceso está en penumbra, mientras que todo su perímetro está en zona oscura. En su parte Sur la sala presenta una segunda y pequeña boca-claraboya, de algo menos de 1 m de diámetro.

El suelo, de bloques y espeleotemas, presenta rellenos de guano de ovejas, que han utilizado la sala como refugio. En toda la zona de penumbra hay una gradación de vegetación criptogámica y tapices de algas verdes, que desaparecen en la medida en que la oscuridad se acentúa. En el perímetro de la sala se presentan grandes estalagmitas, coladas y gruesas columnas de calcita, con numerosos nichos laterales y pequeñas espeleotemas isotubulares en las bóvedas.

La sala desciende en leve pendiente hacia el E, para dar paso a una galería de 4-5 m de diámetro. Esta desciende hacia el E en fuerte pendiente, con suelo de coladas, y luego más suavemente hasta una zona subhorizontal. Aquí la galería principal presenta un resalte de -2 m y describe un giro pronunciado, para seguir hacia el S a expensas del buzamiento. En este sector hay varios gours con algo de agua y la mayoría secos, así como espeleotemas excéntricas gruesas de calcita y otras muy blancas de aragonito. La cavidad se bifurca en dos ramas con escarpes destrepables, que vuelven a unirse en una pequeña sala en la cota -37 m y de la cual parten tres pequeños laterales.

El principal es ascendente y se cierra cegado por espeleotemas. Un segundo lateral hacia el Sur da paso a una galería con bloques, paralela a la anterior, también ascendente y finalizada en obstrucción. En el fondo de este lateral se encontraba un grupo de quirópteros vespertilionidos de siete ejemplares, mientras que distribuidos por toda la cavidad se encontraron otros tantos ejemplares de murciélagos de herradura (*Rhinolophidae*), de dos especies distintas (ver apartado de Fauna cavernícola). El tercer lateral es descendente y presenta una sima escalonada de -7 m, a la cual se puede acceder también desde un paso previo a la salita. La sima se cierra en estrechez impracticable y constituye el sumidero de las pequeñas filtraciones de las coladas que presenta este sector. Su fondo es la cota -44 m (punto más bajo de la cavidad). El desarrollo espacial de galerías asciende a un total de 184 m (Ver plano en Figura 01).

Entre las espeleotemas de la cavidad destacan grandes estalagmitas y columnas en la primera sala, numerosas isotubulares en las bóvedas, muchas coladas y suelos estalagmíticos, así como gruesas excéntricas (de 5-10 mm de grosor y hasta 8-10 cm de largo). Las coladas en la zona inferior de la cueva presentan gours, con su interior cubierto de agregados granulares. Todas estas espeleotemas son de calcita, de colores blanco-opacos a blanco-amarillentos. En algunos puntos hay también coladas grises y negruzcas, probablemente con cierto contenido en hidróxidos de Fe y Mn y/o de C orgánico. Pero en torno a la cota -35 m hay una zona donde, junto a estalactitas normales y excéntricas de calcita, amarillentas, hay numerosas costras y espeleotemas globulares de aragonito, de un color blanco puro, muy contrastante.

El aragonito es el segundo mineral más común en cuevas, después de la calcita. De igual composición química, CaCO_3 , es un polimorfo de la calcita, ya que cristaliza en un sistema cristalino diferente (la calcita lo hace en el sistema trigonal y el aragonito en el ortorómbico). A su vez el aragonito es un mineral metaestable, que cambia su estructura interna a calcita con el paso del tiempo. El aragonito a menudo coexiste con la calcita en muchas espeleotemas, aunque éste no sea aparente. Por ejemplo, muchas formas coraloides con frecuencia contienen capas alternas de aragonito y calcita. Otras veces tienen cierto contenido en trazas de magnesio y pueden formar espeleotemas compuestas, asociadas a otros minerales, tales como la hidromagnesita.

Los ejemplos globulares de aragonito en Igunsoro 1 crecen sobre costras del mismo mineral, de 2 mm de espesor, en la vecindad de excéntricas de calcita, y presentan la peculiaridad de que su interior es hueco. En algunos ejemplos que se encontraban fracturados se podía apreciar que tanto la capa globular externa como la superficie de la corteza basal interna presentaban hacia el interior del globo una estructura interna acicular, muy fina, hábito característico del aragonito. La relación entre la génesis de las excéntricas de calcita y las costras y formas globulares de aragonito es desconocida.

EL ECOSISTEMA CAVERNÍCOLA

Una característica peculiar y muy significativa de la cueva Igunsoro 1 es su boca relativamente amplia y descendente que da acceso a una gran sala, de 48 m de diámetro interno. Esta sala, con su parte central en penumbra y casi todo su perímetro en zona oscura, ha sido y sigue siendo utilizada por los pastores para el resguardo de ovejas en períodos de mal tiempo. Por ello contiene abundantes rellenos de guano de ovejas, constituido por un material particulado correspondiente a la degradación del guano antiguo, junto a excretas más recientes de las ovejas en forma de bolitas. Buena parte de este guano está recubierto de mohos blanco-grisáceos, sobre los cuales hay crecimientos de hongos blancos en forma de agudas espinas radiales, dando a muchas de las bolitas el aspecto de extraños erizos. En la sala hay también restos óseos de ovejas y cabras, así como restos de hojarasca y madera muerta que han ingresado por gravedad. En suma, un alto contenido de carbono, nitrógeno y fósforo orgánicos.

El ambiente en la sala de entrada es relativamente seco, mientras que en la galería descendente principal y en la zona profunda es húmedo e isotérmico, con una temperatura media de 11°C y humedad del 100%. No obstante se trata de una cavidad fósil, con pequeñas filtraciones y escasa actividad hídrica. Posee numerosas espeleotemas y rellenos quimiolitogénicos masivos en forma de gruesas estalagmitas y grandes columnas. En la zona profunda hay diversos sectores con gours, en su mayoría secos, siendo muy escasos los que contienen algo de agua. En estos no encontramos fauna acuática, aunque posiblemente alberguen diversas especies de microfauna y fauna hydropétrica, constituida por organismos diminutos, no observables a simple vista.

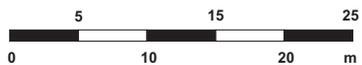
También es de señalar, en la zona de entrada y partes en penumbra de la sala, la ocurrencia de numerosos crecimientos de algas verdes y vegetación criptogámica, incluyendo semillas de pequeñas fanerógamas que han germinado en oscuridad. En la galería principal en su parte media hay pequeños recubrimientos amarillos de amebas gigantes *Mycetozoa* (protózoos *Amoebozoa*) cuyos cuerpos plasmodiales se nutren fagocitando bacterias.

Las prospecciones biológicas efectuadas en la cavidad, con búsquedas detalladas y muestreos directos, permitieron encontrar e identificar un total de 24 taxa cavernícolas: 9 de ellos troglóxenos, 9 troglófilos y 6 troglobios (Ver Tabla 1). Los troglóxenos incluyen cinco especies de vertebrados (tres quirópteros, un roedor y un carnívoro). Los muestreos fueron efectuados en época primaveral avanzada, pero relativamente fría, con frecuencia de lluvias y lloviznas, período éste de gran actividad biológica en el endokarst. Comenzaremos refiriendo las formas troglóxenas y troglófilas halladas, para describir y comentar por último las formas troglobias.

Los invertebrados troglóxenos están representados por cuatro especies distintas. El oligoqueto *Eisenia lucens* (*Lumbricidae*), de hábitos edáficos o endógeos muy higrofilicos, es común en suelos húmedos ricos en materia orgánica, y su presencia en la cueva puede considerarse circunstancial. Los dípteros comprenden a *Limnobia nubeculosa* (*Limnobiidae*), común en cuevas de la región, y a *Phora aptina* (*Phoridae*), de hábitos guanófilos, probablemente asociada a la presencia de guano de quirópteros, ya que fue hallada en la zona profunda.

Figura 01: Plano de la cavidad.

Cueva Igusoro 1



Coordenadas ETRS6, UTM 30N:
N 4.772.916; E 609.840; Altitud: 545 m snm.
Dimensiones: Desarrollo 184 m. Desnivel -44 m.
Topografía: C.Galán & M.Nieto. SCA. 2021.
Dibujo: C.Galán. Laboratorio Bioespeleología SCA.

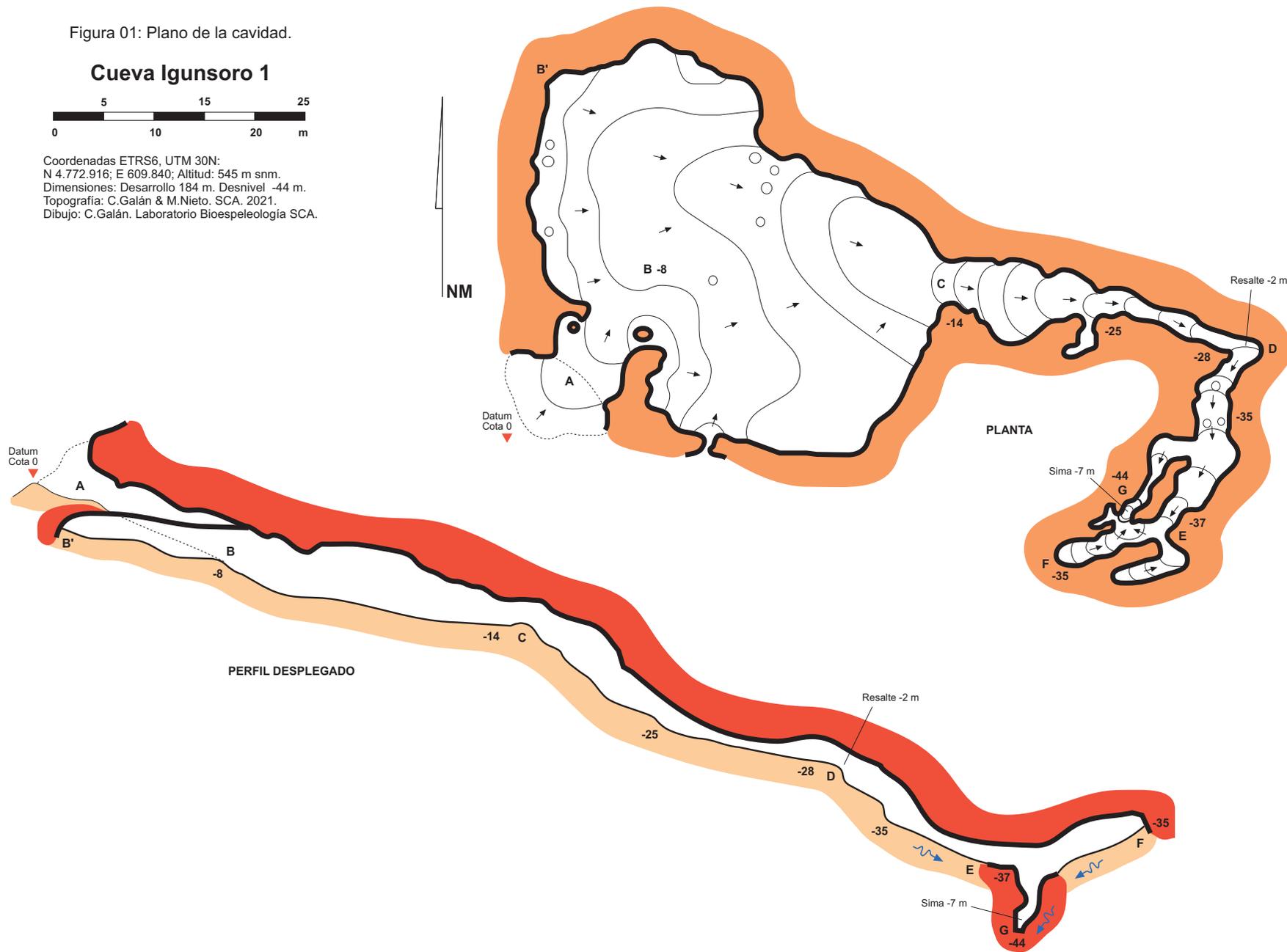




Figura 02. Estribación del monte Demanda con la ladera Sur donde se localiza la cueva Igunsoro 1.



Figura 03. Flanco del monte Demanda y boca de acceso de la cueva Igunsoro 1, oculta en una pequeña depresión.

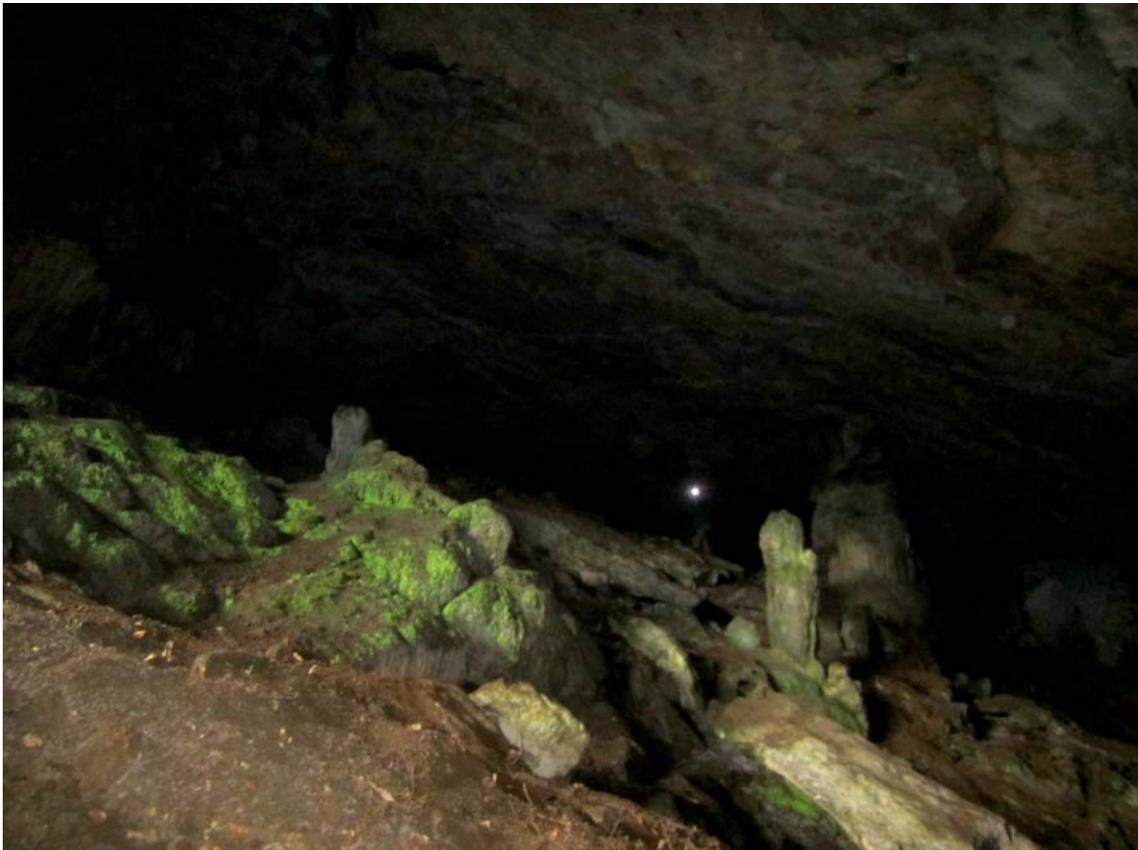


Figura 04. La galería de acceso da paso a una amplia sala, de 48 m de diámetro, con tapices de algas verdes y vegetación criptogámica en la zona de penumbra, así como numerosos rellenos de guano de ovejas.



Figura 05. El perímetro de la sala está en zona oscura (la luz de la galería de acceso al fondo), y posee numerosas espeleotemas. Detalle de plántula de fanerógama que ha crecido de una semilla germinada en oscuridad.



Figura 06. Grandes volúmenes de espeleotemas de calcita, en forma de grandes estalagmitas y gruesas columnas, en todo el perímetro de la extensa sala.



Figura 07. Detalle de dos ejemplares de *Rhinolophus hipposideros*, descansando aletargados en la bóveda, con numerosas estalactitas isotubulares y grandes columnas.



Figura 08. Mohos y curiosos desarrollos radiales de hongos blancos sobre el guano de ovejas, en la sala de entrada.



Figura 09. Zona perimetral de la gran sala, con numerosas espeleotemas columnares.



Figura 10. Parte Sur de la gran sala de Igusoro 1, con diversas espeleotemas y suelos ricos en carbono, nitrógeno y fósforo orgánicos, producto de la descomposición de la hojarasca y del guano antiguo de ovejas.



Figura 11. Grandes estalagmitas y columnas en la parte E de la gran sala, en zona oscura.



Figura 12. Galería principal, en fuerte pendiente, con algunas coladas oscuras debidas al alto contenido en C orgánico.

Mucho más raro pero abundante en la cavidad sobre grandes estalagmitas (cerca de la entrada) es un pecesito de plata o tisanuro *Archaeognatha*, oculado y pigmentado, de la especie *Lepismachilis janetscheki* (Machilidae). Los Machilidae raramente son hallados en cuevas ya que su hábitat típico es la hojarasca y cortezas de árboles, donde se alimenta de fragmentos vegetales ricos en celulosa, aunque también consume todo tipo de partículas orgánicas. La especie hallada es de cuerpo cilíndrico, cubierto de escamas, cabeza pequeña, dos largas antenas y tres cercos caudales, el central más largo. El cuerpo presenta una joroba dorsal característica y alcanza una talla de 12 mm. Su ocurrencia está asociada a la hojarasca seca que ingresa a la cueva. De amplia distribución europea, principalmente mediterránea, es rara en la zona atlántica. En Iberia ha sido reportada de algunas cuevas en Cataluña (Bach de Roca, 1976; Mendes, 1990, 2002). Según la bibliografía revisada este hallazgo constituye el primer reporte de la especie para cuevas en la región vasco-navarra.

Los quirópteros están muy bien representados en la cavidad, por tres especies. Dos especies de murciélagos de herradura: *Rhinolophus ferrumequinum* y *R. hipposideros* (Rhinolophidae); y una de murciélago ribereño *Myotis daubentoni* (Vespertilionidae). En total encontramos 15 ejemplares: 3 de la primera especie, 5 de la segunda y un grupo de 7 de la tercera; los *Rhinolophus* se encontraban en reposo (ligeramente aletargados), dispersos en la cavidad, mientras que los *Myotis* estaban activos, en un lateral del fondo, y alzaron el vuelo al ver nuestras luces para buscar refugio en otras anfractuosidades de la cueva. A lo largo de toda la cueva hay puntos con pequeños acúmulos de guano de los mismos, destacando entre ellos fragmentos de élitros de coleópteros, seguramente subproductos de la alimentación de los quirópteros. En la región vasco-navarra no es infrecuente encontrar a varias especies cohabitando en la misma cavidad (Galán, 1997), aunque el hallazgo de 15 ejemplares es llamativo.

En una repisa en la parte media de la galería descendente encontramos plumas de ave al lado de excrementos de un carnívoro y, en su proximidad, fragmentos de un cráneo y restos óseos de un ejemplar de comadreja *Mustela nivalis* (Mustelidae), especie que por lo visto frecuenta la cavidad y lleva sus presas hasta ese sitio en zona de oscuridad total. También encontramos en la zona profunda dos mandíbulas y huesos largos de ejemplares de ratoncitos de campo *Apodemus sylvaticus* (Muridae), que deben frecuentar y recorrer la cueva.

Entre los troglófilos destacan varias especies de araneidos, opiliones, moluscos gasterópodos, isópodos terrestres, colémbolos, coleópteros y una especie de díptero: *Rhymosia fenestralis* (Mycetophilidae). Esta última es considerada una forma subtrogilófila o troglófila; los adultos se alimentan de micelios de hongos, se reproducen en la cavidad y sus larvas carnívoras viven en oscuridad total y suelen tejer telas sencillas para capturar ácaros, colémbolos y organismos diminutos de las películas de agua que deslizan sobre las paredes, e igualmente pueden alimentarse de micelios de hongos, protozoos y bacterias.

Los moluscos están representados por la especie troglófila *Oxychilus draparnaudi* (Zonitidae). Esta es de hábitos polífagos y se alimenta de restos vegetales y animales muy diversos, teniendo preferencias carnívoras; suele preñar sobre dípteros y otros insectos troglófilos; para ello, los ejemplares cavernícolas presentan adaptaciones especiales en su estómago y hepatopáncreas, como niveles de quitinasa más altos que los de formas epigeas relacionadas.

Los araneidos comprenden tres especies comunes en cuevas de la región: *Meta menardi* (Tetragnathidae), *Eratigena inermis* (Agelenidae) y *Pholcus phalangoides* (Pholcidae), todas ellas depredadores.

Los opiliones troglófilos están representados por la especie *Nemastoma bimaculatum* (Nemastomatidae), de hábitos micrófagos detritívoros, que habita en la zona de entrada donde se alimenta de restos vegetales y animales diversos.

Muy abundante en la cavidad es el isópodo terrestre *Oniscus asellus* (Oniscidae), detritívoro, frecuente en superficie en la litera de hojarasca y bajo piedras, considerado troglófilo porque se reproduce en la cavidad, donde se encuentran tanto adultos como juveniles de la especie.

Entre los rellenos de materia orgánica de la zona de entrada en penumbra de la primera sala encontramos otras dos especies troglófilas menos frecuentes: (1) el colémbolo *Protachorutes pyrenaeus* (Neanuridae), detritívoro de pequeña talla (1-1,5 mm), muy higrófilo, frecuente también en el medio hemiedáfico de bosques fríos y húmedos, en hojarasca, humus y musgos. La especie, paleoendémica de los Pirineos, es frecuente en el Norte de Navarra y se distribuye en hábitats edáficos epigeos en toda la zona pirenaica y montañosa de la mitad Norte de Navarra (Arbea & Jordana, 1991). Dada su abundancia en la cueva Igunsoro 1, entre los materiales orgánicos de la primera sala, incluso en zona oscura, consideramos que en este biotopo hipógeo encuentra condiciones adecuadas para desarrollar todo su ciclo de vida, por lo que puede considerarse una especie troglófila, perfectamente adaptada a la vida en el medio hipógeo si este es rico en materia orgánica.

(2) el coleóptero *Pristonychus terricola reichenbachi* (Carabidae: Pterostichinae), de talla grande (hasta 16 mm) y hábitos guanobios. *Pristonychus* es un género holomediterráneo, con formas de hábitos oscurícolas, higrófilos y cavernícolas. La especie *P.terricola* tiene una amplia distribución en Europa hasta la vertiente francesa de los Pirineos occidentales. En los Pirineos atlánticos y península ibérica es sustituida por la subespecie *P.t. reichenbachi*, caracterizada por sus uñas lisas. En el País Vasco es conocida de cavidades en Bizkaia, Gipuzkoa (cuevas de Aitzbitarte) y País vasco francés (Español & Mateu, 1950), reportándose ahora para el Norte de Navarra. Frecuente en cuevas, la especie también ha sido hallada bajo piedras en superficie; por lo que se trata de una forma troglófila. En las cuevas de Aitzbitarte convive con la rara especie *Ceuthosphodrus vasconicus* Jeannel, también de la subfamilia Pterostichinae y de hábitos guanobios.

Algunos autores han considerado recientemente a *Pristonychus* como un subgénero dentro del género *Laemostenus* (Herbst), aspecto éste controversial. En la cavidad la especie ha sido hallada en la zona de entrada y primera sala, entre los rellenos de guano antiguo y bajo piedras, donde aparentemente puede también alimentarse de ácaros, colémbolos y otros microartrópodos. Datos más extensos sobre la biología de las especies troglófilas y troglófilas citadas pueden consultarse en Galán (1993).

Tabla 1. Lista de las especies cavernícolas encontradas, con indicación de su categoría ecológica. Suma 24 taxa (6 troglobios).

Grupo	Familia o grupo superior	Especie	Categoría ecológica
Anelida Oligochaeta	Lumbricidae	<i>Eisenia lucens</i> (Waga)	Troglógeno
Mollusca Gastropoda	Zonitidae	<i>Oxychillus draparnaudi</i> (Beck)	Troglófilo
Opiliones	Travuniidae	<i>Kratochviliola navarica</i> (Simon)	Troglóbio
Opiliones	Nemastomatidae	<i>Nemastoma bimaculatum</i> Fabricius	Troglófilo
Araneida	Pholcidae	<i>Pholcus phalangioides</i> Fuessly	Troglófilo
Araneida	Tetragnathidae	<i>Meta bourneti</i> Simon	Troglófilo
Araneida	Agelenidae	<i>Eratigena (Tegenaria) inermis</i> Simon	Troglófilo
Isopoda	Trichoniscidae	<i>Escualdoniscus coiffatti</i> Vandel	Troglóbio
Isopoda	Oniscidae	<i>Oniscus asellus</i> Linné	Troglófilo
Diplopoda	Glomeridae	<i>Spelaeoglomeris doderoi</i> Silvestri	Troglóbio
Chilopoda	Lithobiidae	<i>Lithobius crypticola</i> Ribaut	Troglóbio
Collembolla	Onychiuridae	<i>Onychiurus maiteae</i> Beruete, Arbea & Jordana	Troglóbio
Collembola	Neanuridae	<i>Protachorutes pyrenaeus</i> Cassagnau	Troglófilo
Thysanura Archaeognatha	Machilidae	<i>Lepismachilis janetscheki</i> Stach	Troglógeno
Diptera	Mycetophilidae	<i>Rhymossia fenestralis</i> Meigen	Troglófilo
Diptera	Limnobiidae	<i>Limnobia nubeculosa</i> (Meigen)	Troglógeno
Diptera	Phoridae	<i>Phora aptina</i> L.	Troglógeno
Coleoptera	Carabidae. Pterostichinae	<i>Pristonychus terricola reichenbachii</i> Schaufuss	Troglófilo
Coleoptera	Leiodidae. Leptodirinae	<i>EurySpeonomus berueti</i> Dupré	Troglóbio
Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber)	Troglógeno
Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein)	Troglógeno
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis daubentoni</i> (Kuhl)	Troglógeno
Rodentia	Muridae	<i>Apodemus sylvaticus</i> (Linnaeus) (restos óseos)	Troglógeno
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela nivalis</i> (Linnaeus) (restos óseos)	Troglógeno

Las formas troglobias comprenden seis especies de seis grupos zoológicos distintos (opiliones, isópodos terrestres, diplópodos, quilópodos, colémbolos y coleópteros) y sobre ellas haremos algunos comentarios más extensos.

Los opiliones están representados por la especie *Kratochviliola navarica* (Travuniidae). El género *Kratochviliola* de la familia Travuniidae pertenece al suborden Laniatores, el cual contiene algunos de los opiliones cavernícolas más modificados para la vida hipógea. El grupo contiene formas tropicales o subtropicales que habitan en selvas húmedas. Las especies europeas tienen su origen en una antigua fauna cálida que poblaba el continente a comienzos del Terciario.

El orden Opiliones ha experimentado re-arreglos en su nomenclatura a diversos niveles taxonómicos. Clásicamente eran reconocidos tres subórdenes: Cyphophthalmes, Laniatores y Palpatores (Brues, Melander & Carpenter, 1954; Vandel, 1964). Hoy los Palpatores han sido separados en dos subórdenes: Dyspnoi y Eupnoi; con lo que se aceptan 4 subórdenes, estando la familia Travuniidae incluida en Laniatores (Barrientos et al., 2004; Galán, 2008).

La familia Travuniidae posee representantes cavernícolas en cuevas de otras regiones europeas (karsts de los Balcanes, SW de los Alpes, Pirineos), además de en la región vasco-navarra, de donde se conocían tres especies, cercanamente relacionadas o próximas entre sí: *Kratochviliola navarica*, *Peltonychia clavigera* y *Peltonychia piochardi*, las dos últimas troglófilas. Previamente *K.navarica* fue transferida al género *Peltonychia*, y posteriormente ha sido de nuevo transferida al género *Kratochviliola*, siendo su nueva y última denominación *Kratochviliola navarica*. Las tres especies son de pequeño tamaño (2 mm), muy próximas entre sí. Su color oscila desde tonos amarillentos en *P.clavigera* hasta una depigmentación casi total en *K.navarica*.

K.navarica fué descrita de la Cueva de Palombié (Sara, Laburdi) y encontrada posteriormente en otras cuevas del País Vasco francés, macizo de Orobe (Olazagutía), Aralar guipuzcoano, localidades no precisadas en Bizkaia, y la sima Urbasa 11, a lo que se agrega este nuevo hallazgo. El opilión *Kratochviliola navarica* es una especie troglóbia de antiguo origen, de 2 mm de talla. Por su depigmentación casi total, ojos muy reducidos (probablemente no funcionales) y habitat exclusivamente hipógeo, es considerada un verdadero troglóbio (Galán, 2008). Sus hábitos alimentarios son detritívoros-micrófagos.

Los isópodos terrestres están representados por la forma troglóbia *Escualdoniscus coiffatti*, de la familia Trichoniscidae. *Escualdoniscus* es un género muy aislado, que no se acerca a ningún otro género conocido, y es exclusivo del País Vasco.

Representa los restos de una antigua fauna edáfica, de tipo cálido, muy higrofílica, que colonizó el medio hipógeo al comienzo de las glaciaciones (fines del Terciario). El género, con caracteres sexuales primitivos, posee sólo dos especies, cuya distribución enlaza con la de los *Scotoniscus* del Pirineo-País Vasco, ya que éstos no sobrepasan hacia el W el macizo de Arbailes. *E.triocellatus* es una forma troglófila endógea del País Vasco francés, mientras que *E.coiffatti* es una forma troglobia, estrictamente cavernícola, de 5-6 mm de talla, totalmente depigmentada y anoftalma. Descrita de la Grotte de Sare (Labourd) se la encuentra también en las cuevas de Aitzbitarte (Gipuzkoa) y recientemente fue hallada en las cuevas de Ezkaldo (Elizondo, Navarra), constituyendo este hallazgo su cuarta localidad conocida. La especie, de hábitos detritívoros, está presente en bajo número en la zona profunda de Igunsoro 1, sobre suelos arcillosos y estalagmíticos con detritos leñosos (madera muerta).

Los diplópodos están representados por la especie troglobia *Spelaeoglomeris doderoi* (Glomeridae). Los diplópodos o milpiés son artrópodos terrestres cuyos segmentos aparentes dan la impresión de poseer dos pares de patas en cada uno de ellos, de donde deriva el nombre del grupo. El cuerpo es alargado y de sección cilíndrica, siempre con más de 11 terguitos o segmentos corporales y 13 o más pares de patas, usualmente muchos más. En las formas cavernícolas y endógeas los ojos pueden faltar totalmente, o bien sólo existir las denominadas manchas ocelares, que ocupan el lugar de los ojos y son zonas más claras con un delgado revestimiento quitinoso. Un par de mandíbulas y otras piezas bucales forman en tomo a la boca una estructura llamada gnathochilarium. Además de los ojos poseen órganos olfatorios en las antenas y alrededor de la boca.

Los diplópodos son animales de movimientos lentos, y viven debajo de las piedras, de las raíces de las plantas, en el suelo o en las cavernas. En general son vegetarianos, mientras que muchos cavernícolas tienen un régimen detritívoro. Los diplópodos son un grupo en su mayoría extremadamente higrófilos y son particularmente abundantes en las zonas tropicales.

Los diplópodos cavernícolas presentan caracteres troglomorfos, como: una talla y esbeltez mayores, mayor número de segmentos corporales, mayor número de mudas y de estados larvales, por lo que alcanzan más tarde la madurez sexual y su longevidad es mayor que en los epígeos. Los ojos generalmente son reducidos o ausentes y su cuerpo depigmentado, aunque estos caracteres también los pueden presentar los endógeos. El número de artejos en las antenas es constante en todos los diplópodos, pero en las formas cavernícolas adquieren las mismas un aspecto elongado, particularmente en los tres últimos artejos, y generalmente hay también un notable incremento en el número de sedas o pelos táctiles.

El orden *Glomerida* está representado en las cavernas de Guipúzcoa por tres géneros de la familia *Glomeridae*. El género *Spelaeoglomeris* comprende antiguos cavernícolas que representan los relictos de una fauna terciaria sin representantes epígeos. En la península ibérica sólo son conocidas dos especies, estrictamente troglobias, de *Spelaeoglomeris*: *S.hispanica*, sólo conocida de una cueva en el valle de Añiscló (Huesca), y *S.doderoi*, que fué el primer diplópodo cavernícola citado para el País Vasco, en 1938, por Verhoeff. Este autor lo cita de la Cueva de Aitzbitarte (Guipúzcoa) como *Spelaeoglomeris racovitzae* Silvestri; pero una revisión posterior de Mauries (1971, 1974) considera que se trata de la especie *S.doderoi*, conocida también de otras cavidades del País Vasco francés y del Pirineo francés. El área total de la especie es pues vasco-pirenaica. La especie *S.doderoi* tiene la capacidad de enrollarse como una bolita (como medida defensiva), tiene 8 mm de talla y es completamente ciega y depigmentada.

Los quilópodos están representados por la especie troglobia *Lithobius crypticola* Ribaut (Lithobiidae). Alcanza 16 mm de talla y posee ocelos reducidos y leve pigmentación rojiza. Se le considera un troglobio poco modificado. La forma nominal habita en cuevas en el País Vasco francés y ahora ha sido hallada en el N de Navarra. En Gipuzkoa y resto del País Vasco es sustituida por una subespecie levemente diferente (*L.c.alavicus* Matic). Como otras especies troglobias del mismo género *L.crypticola* posee un órgano de Tömösvary (de funciones higró y mecanoreceptoras) muy desarrollado. Es un activo predador que se oculta bajo piedras y entre éstas y sedimentos del suelo, en la proximidad de materia orgánica, puntos estos que actúan como centros de atracción de fauna. En Igunsoro 1 lo encontramos en la zona profunda, deambulando en busca de presas, principalmente especies troglobias de isópodos, colémbolos y coleópteros, aunque también puede predear sobre otros artrópodos troglófilos y troglógenos..

Las dos especies troglobias siguientes, de colémbolos y coleópteros, fueron descritas de Igunsoro 1, siendo prácticamente sólo conocidas en el mundo de esta simple cavidad, y por tanto constituyen endemismos extraordinariamente restringidos.

El colémbolo *Onychiurus maiteae* (Onychiuridae) pertenece al Grupo *O.minutus*, grupo de especies cercanamente relacionadas que presentan en común, al menos, parte de los caracteres que delimitan al género, fundamentalmente en lo que se refiere a la distribución de los pseudocelos cefálicos dorsales anteriores y los de los terguitos abdominales IV y V (Beruete et al, 1994).

Onychiurus maiteae tiene una talla de 1,1-1,4 mm, color blanco, granulación del cuerpo muy fina, con sedas abundantes, uña sin dientes, presencia de lámina empodial, sin vestigio de furca, y otros caracteres distintivos en sus antenas, pseudocelos, sedas y espinas (Beruete et al, 1994). La especie sólo ha sido hallada en Igunsoro 1, única localidad conocida. Es de hábitos micrófagos omnívoros y en la cavidad resulta abundante en la zona profunda, especialmente entre los gránulos carbonatados del interior de gours secos. Junto a los coleópteros Leptodirinae, ocupan la base de la red trófica de la cueva, y sirven de alimento a las formas depredadoras, especialmente a los quilópodos *Lithobius crypticola* troglobios.

El coleóptero troglobio *Euryspeonomus berueti* (Leiodidae, Leptodirinae) pertenece a la Sección *Speonomus*, muy diversificada y de amplia distribución pirenaica a nivel de grupo, pero con distribuciones restringidas a nivel genérico y subgenérico y numerosas especies endémicas. *Euryspeonomus* pertenece a un tipo morfológico bathyscióide, de cuerpo ovoide y apéndices cortos, que se considera corresponde a endógeos y cavernícolas poco especializados, pero depigmentados, anoftalmos y ápteros (Galán, 1993). La especie *E.berueti* fue descrita de la cueva de Igunsoro 1 (Dupré, 1991) y recientemente fue encontrado también en las cuevas de Ezkaldo, situadas a 11 km al E de Igunsoro, cuenca del Bidasoa, cerca de Elizondo, Navarra (Galán, 2018). Estas son las dos únicas localidades conocidas para esta especie y las situadas más al Norte para especies del género *Euryspeonomus*.



Figura 13. Recubrimientos amarillos de protozoos Mycetozoa (arriba, flechas rojas) y diversidad de espeleotemas (debajo) en la cota -22 m de la galería principal que desciende hacia el E.



Figura 14. Tramo subhorizontal de la cota -25 m, con profusión de espeleotemas de calcita de distintas coloraciones.



Figura 15. Escalón vertical de -2 m y detalle de espeleotemas excéntricas de calcita junto a espeleotemas globulares blancas de aragonito. También se muestra un detalle de un gourds con agua en la base del escape.



Figura 16. Grandes excéntricas de calcita (amarillentas) junto a espeleotemas globulares de aragonito (blancas).



Figura 17. Diversidad de espeleotemas en torno a la cota -30 m, zona con predominio de especies troglóbias.



Figura 18. Cota -35 m, con espeleotemas isotubulares de calcita, gours con agua y suelos estalagmíticos.



Figura 18. Cota -37 m y borde superior de la sima escalonada de -7 m, con coladas y excéntricas.



Figura 20. Espeleotemas en torno a la sala de la cota -37 m y espeleotemas blancas y grises en el fondo, cota -44 m.



Figura 21. Prospecciones en busca de fauna cavernícola en la zona profunda de la cavidad.



Figura 22. Muestreos de fauna cavernícola, toma de datos topográficos y profusión de espeleotemas en la zona profunda de la cavidad, con numerosas isotubulares, coladas y excéntricas o helicótitas.



Figura 23. Colectando fauna troglobia en gour secos y coladas estalagmíticas.



Figura 24. Explorando nichos y pequeños galerías en busca de fauna troglobia en los laterales del fondo de la cueva.



Figura 25. Prospecciones en el perímetro de la gran sala y boca de acceso de Igunso 1, cavidad que alberga un diverso ecosistema hipógeo, con varias especies troglobias endémicas y relictas de una fauna cálida del Terciario.

E.berueti tiene una talla de 2-3 mm y morfológicamente es próxima a *E.breuilli*, de cavidades en la Sierra de Aralar. De hábitos alimentarios detritívoros-saprófagos, es abundante en la zona profunda de Igunsoro 1, en el mismo biotopo que el colémbolo *O.maiteae*: bajo pequeñas piedras y entre gránulos carbonatados en el interior de gours secos. Igualmente es predada por el quilópodo troglobio *Lithobius crypticola*. Su presencia en estos gours secos, limpios y aparentemente sin vida, sugiere la existencia de una abundante microfauna hygropétrica y cierto contenido de C orgánico aportado periódicamente por las aguas de infiltración.

El origen de las especies de Leptodirinae troglobios supone una amplia diversificación del grupo durante el Terciario, seguida de una pulverización específica en diferentes regiones kársticas (Vandel, 1965, Galán, 1993). Durante el fin del Terciario y el Pleistoceno los Leptodirinae deben haber sido diezmadados en las zonas glaciadas y de tundra. La región vasca (incluyendo el N de Navarra y la zona Nor-pirenaica vasco-francesa) debe haber constituido entonces un centro de diversificación independiente; la distribución actual de las numerosas especies endémicas en este grupo así lo indica (Galán, 1993; Galán & Herrera, 2000).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La cueva de Igunsoro 1 presenta un ecosistema diverso, con al menos 24 taxa distintos, y varios ejemplos de gran interés biogeográfico y evolutivo. Junto a varias especies troglobias, endémicas de la cavidad o de una pequeña región, relictas de otras épocas y auténticos “fósiles vivientes”, en la acepción de Vandel (1964), existen otros troglobios y troglófilos menos modificados, así como una interesante representación de vertebrados (incluyendo tres especies de quirópteros) que frecuentan la cueva.

En el plano geológico la cavidad también resulta interesante por la cantidad y diversidad de sus espeleotemas, que incluyen curiosas excéntricas de calcita y formas globulares de aragonito.

La complejidad geológica y tectónica de esta región del Norte de Navarra, entre los karsts de la Zona Norpirenaica vasco-francesa y Gipuzkoa (Arco Plegado Vasco), ambos incluidos en la placa tectónica Europea, y con multitud de afloramientos aislados de caliza y medios transicionales en torno a macizos Paleozoicos de la placa tectónica Europea, propició en el pasado diferentes desplazamientos de fauna y la diferenciación de especies troglobias en distintas épocas, procedentes de linajes ancestrales de tipo tropical o subtropical, que se fueron diferenciando a finales del Terciario y/o entre etapas glaciares a lo largo del Pleistoceno.

Los troglobios encontrados en Igunsoro 1 soportan esta idea. Aunque el total de especies encontradas mediante muestreos directos es reducido, resulta notable su biodiversidad y endemismo, con especies restringidas a esta cavidad o a sólo un conjunto pequeño de afloramientos en una región algo más amplia.

AGRADECIMIENTOS

A tres revisores anónimos de Biosphere Consultancies (United Kingdom), Centro de Ecología del IVIC (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas) y Sociedad de Ciencias Aranzadi (País Vasco), por sus correcciones y útiles sugerencias.

BIBLIOGRAFIA

- Arbea, J.I. & R. Jordana. 1991. Colémbolos de Navarra (Norte de la Península Ibérica). I. Orden Poduromorpha (Collembola). Publ. Biología Univ. De Navarra. Serie Zoológica, 22: 1-157.
- Bach de Roca, C. 1976. Primeras citas de Machilida cavernícolas de España. Miscelánea Zoológica, 111 (5): 79-85.
- Barrientos, J.; M. Rambla & C. Prieto. 2004. Opiliones y solifugos. In: Barrientos, J. A. (Ed.). Curso Práctico de Entomología. Asoc. Español. Entomol.; CIBIO, Univ. Alicante; Manuals Univ. Autónoma Barcelona, 41: 219-234.
- Beruete, E.; J. Arbea & R. Jordana. 1994. Contribución al conocimiento de las especies de Onychiurus del Grupo O.minutus (Collembola, Onychiuridae). In: Jordana & Ariño, Eds. Nuevas especies de colémbolos de la familia Onychiuridae de la Península Ibérica y de los Pirineos Occidentales. Publ. Biología Univ. Navarra. Serie Zoológica, 24: 29-37.
- Boillot, G. & J. Malod. 1988. The north and north-west Spanish continental margin: a review. Rev. Soc. Geol. España, 1: 295-316.
- Brues, C.; A. Melander & F. Carpenter. 1954. Classification of Insects. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, Cambridge, 108: 1-917.
- Campos, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa. Munibe, S.C.Aranzadi, 31(1-2): 3-139.
- Dupré, E. 1991. Bathysciinae nouveaux de la Navarre pyrénéenne (Espagne) (Col. Bathysciinae). Mém.Biospeol., 18: 269-273.
- Español, F. & J. Mateu. 1950. Sobre algunos insectos cavernícolas del país vasco-navarro. Munibe (supl. Ciencias Naturales) del Bol. Real Soc. Vascongada de los Amigos del País. Año II, cuaderno 4: 177-183.
- Faci Paricio, E.; G. Galán; A. García; P. Cabra; J. González Lastra; L. Martínez Torres & A. Pesquera. 2002. Cartografía Geológica de Navarra a escala 1:25.000. Memoria de la Hoja 90-II Sunbilla. Gob. Navarra. 94 pp.
- Galán, C. 1993. Fauna Hipógea de Gipuzkoa: su ecología, biogeografía y evolución. Munibe (Ciencias Naturales), S.C.Aranzadi, 45 (número monográfico): 1-163.
- Galán, C. 1997. Fauna de Quirópteros del País Vasco. Munibe (Ciencias Naturales), S.C.Aranzadi, 49 : 77-100.
- Galán, C. 2008. Opiliones cavernícolas de Gipuzkoa y zonas próximas (Arachnida: Opiliones). Pag web aranzadi-sciences.org, archivo PDF, 12 pp.

- Galán, C. 2012. Nota sobre especies cavernícolas troglobias nuevas para la Ciencia de cuevas de Gipuzkoa (País Vasco): Addenda y estado de las investigaciones. Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 10 pp.
- Galán, C. 2018. Biología subterránea y Ecología de las cuevas de Ezkaldo (Elizondo, Navarra). Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 40 pp.
- Galán, C. & F. Herrera. 2000. Fauna cavernícola: ambiente, especiación y evolución. Bol. Sociedad Venezolana de Espeleología, 32: 13-43.
- Mauries, J. 1971. Diplopodes épigés et cavernicoles des Pyrénées espagnoles et des Mont Cantabriques. VII. Glomerides. Essai de classification des Glomeroidea. Bull.Soc.Hist.Nat.Toulouse, 107(3-4): 423-436.
- Mauries, J. 1974. Intérêt phylogénique et biogéographique de quelques Diplopodes récemment décrits du Nord de l'Espagne. Symp. Zool. Soc. London, 32: 53-63.
- Mendes, L.F. 1990. An annotated list of generic and specific names of Machilidae (Microcoryphia, Insecta) with identification keys for the genera and geographical notes. Estudos, Ensaios e Documentos: 1-127.
- Mendes, L.F. 2002. Taxonomy of Zygentoma and Microcoryphia: historical overview, present status and goals for the new millennium. Pedobiologia, 46 (3-4): 225-233.
- Rat, P. 1988. The basque-cantabrian basin between the iberian and european plates, some facts but still many problems. Rev.Soc. Geol.España, 1: 327-348.
- Vandel, A. 1964. Biospéologie - la biologie des animaux cavernicoles. Gauthier-Villars, Paris: 1-619.