HALLAZGO DEL ANFÍPODO STYGOBIO *NIPHARGUS (SUPRANIPHARGUS) LONGICAUDATUS* (COSTA) EN UNA CAVIDAD CON LAGOS SUBTERRÁNEOS EN EL SUR DE LA SIERRA DE URBASA (NAVARRA).

Discovery of the stygobian amphipod *Niphargus (Supraniphargus) longicaudatus* (Costa) in a a cavity with underground lakes in the south of Urbasa Mountain range (Navarra).

Carlos GALÁN. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Laboratorio de Bioespeleología.

HALLAZGO DEL ANFÍPODO STYGOBIO *NIPHARGUS (SUPRANIPHARGUS) LONGICAUDATUS* (COSTA) EN UNA CAVIDAD CON LAGOS SUBTERRÁNEOS EN EL SUR DE LA SIERRA DE URBASA (NAVARRA).

Discovery of the stygobian amphipod *Niphargus (Supraniphargus) longicaudatus* (Costa) in a a cavity with underground lakes in the south of Urbasa Mountain range (Navarra).

Carlos GALÁN.
Sociedad de Ciencias Aranzadi. Laboratorio de Bioespeleología.
Alto de Zorroaga. E-20014 San Sebastián - Spain.
E-mail: cegalham@yahoo.es
Abril 2021.

RESUMEN

La especie *Niphargus longicaudatus* sólo era conocida de cavidades en Gipuzkoa y N de Navarra, extendiendo este hallazgo su distribución a la Sierra de Urbasa. El género *Niphargus* es el símbolo emblemático de las aguas kársticas europeas. Contiene especies exclusivamente troglobias y paleárticas, las más grandes entre los anfípodos de agua dulce. Estos crustáceos viven en aguas subterráneas y cavernas. Se distribuyen por el W de Europa, especialmente en los karsts de los Balkanes y Cárpatos. El género está ausente en la Península Ibérica, salvo en los dos extremos de los Pirineos (País Vasco y Cataluña). La cavidad tiene 440 m de galerías, con lagos subterráneos y numerosas espeleotemas. Se presentan datos biológicos y ecológicos sobre esta rara especie stygobia, ciega y depigmentada. El ecosistema de la cueva está siendo degradado por visitas masificadas, con acentuado riesgo de extinción de sus especies troglobias.
Palabras clave: Bioespeleología, Hidrogeología, Ecología, Evolución, Amphipoda, *Niphargus,* Fauna amenazada, Conservación.

ABSTRACT

The *Niphargus longicaudatus* species was only known from cavities in Gipuzkoa and north of Navarra, this finding extending its distribution to the Urbasa mountain range. The genus *Niphargus* is the emblematic symbol of the European karst waters. It contains exclusively troglobian and Palearctic species, the largest among freshwater amphipods. These crustaceans live in groundwater and caverns. They are distributed throughout the W of Europe, especially in the karsts of the Balkanes and Carpathians. The genus is absent in the Iberian Peninsula, except at the two ends of the Pyrenees (Basque Country and Catalonia). The cave has 440 m of galleries, with underground lakes and numerous speleothems. Biological and ecological data on this rare, blind, depigmented, stygobian species are presented. The cave ecosystem is being degraded by mass visits, with a heightened risk of extinction of its troglobian species.
Key words: Biospeleology, Hydrogeology, Ecology, Evolution, Amphipoda, *Niphargus,* Threatened wildlife, Conservation.

INTRODUCCIÓN

La especie *Niphargus longicaudatus (*Costa) presenta acentuado troglomorfismo, alcanza 7-12 mm de talla, es completamente ciega y depigmentada, relicto de una fauna cálida del Terciario, y ha sido hallada en un pequeño número de cavidades. En Oyarzun, Altza (Donosti), valle del Leizarán, Pagoeta, Aizkorri, Erreketa (Elgoibar) (todas ellas en Gipuzkoa); y en Leiza y Basaura (Navarra); generalmente a baja o moderada altitud (Margalef, 1970; Galán, 1993, 2012; Galán & Nieto, 2020).

El hallazgo fue producto de una prospección bioespeleológica en una cavidad del Sur de la Sierra de Urbasa (Navarra), la cual carecía de datos faunísticos, excepto colémbolos (Jordana & Beruete, 1983), y debido a que hace poco hallamos interesantes especies troglobias en otras cavidades del N de Urbasa y de la Sierra de Entzia (prolongación W de Urbasa en Álava).

También nos pareció de interés esta prospección porque la cavidad en cuestión, junto a otras próximas, han sido objeto de un turismo de masas en incremento que está teniendo un impacto negativo sobre la fauna troglobia y las poblaciones de quirópteros. La cavidad, incluida en el Catálogo Espeleológico de Navarra, es conocida desde antiguo. Nosotros tenemos algunos datos de prospecciones efectuadas hace 50 años (en los 1970`s) y nos interesaba conocer la situación actual de conservación o degradación de su ecosistema hipógeo, aspecto que será analizado en la parte final.

MATERIAL Y MÉTODOS

La prospección fue efectuada en marzo de 2020. Los ejemplares de *Niphargus* fueron detectados por prospección directa y colectados mediante mallas de plancton. Fueron preservados en etanol 75º y estudiados mediante disección en laboratorio bajo microscopio binocular Nikon (hasta 800 aumentos). La geomorfología y espeleotemas de la cavidad (con dos lagos subterráneos y numerosos gours) muestran una estética llamativa y diversa, la cual es también descrita e ilustrada mediante fotografía digital.

RESULTADOS

La Sierra de Urbasa es una meseta montañosa situada en el NW de Navarra, inmediatamente al Sur de la Sierra de Aralar. Presenta una altitud media de 1.000 m snm, con una elevación máxima de 1.243 m en el monte Duranz. La Sierra forma un relieve en meseta elevada, algo deprimida en su parte central y limitada a N y S por flancos que descienden abruptamente hacia el corredor del río Araquil, al N, y hacia Las Amescoas al S. Su extensión supera los 120 km^2.

Estructuralmente se trata de un sinclinal colgado de orientación W-E, del que sobresalen los materiales calcáreos de edad Paleoceno en los bordes, los cuales presentan escarpes pronunciados. En Urbasa dominan los materiales Terciarios de naturaleza caliza, alternando con otros areniscosos y margosos. La disposición próxima a la horizontal del conjunto tabular de calizas Paleocenas y Eocenas y la intensa fracturación, unida a los rigores climáticos, son los causantes principales del gran desarrollo que alcanzan los procesos kársticos, con gran número de dolinas, poljés, simas, cuevas, y lapiaces. Hidrogeológicamente la mayor parte de la sierra, que incluye la zona de estudio, está en continuidad y forma parte del acuífero kárstico del sinclinal central de Urbasa, con surgencia en el manantial o nacedero del río Urederra, de 4,5 m^3/s de caudal medio anual.

Las rocas aflorantes en que se desarrolla la red de galerías de la cueva-sima corresponde a la unidad litoestratigráfica 206, constituida por calizas bioclásticas de edad Daniense-Montiense (Paleoceno, Terciario marino), la cual suprayace a la unidad 203, compuesta por calizas dolomíticas (Paleoceno basal). Las calizas en el sector se presentan en estratos gruesos, con buzamientos de 15º hacia el NNE, formando parte de la gran estructura sinclinal de Urbasa, con surgencia en el borde Sur de la Sierra, en el Nacedero del río Urederra, uno de los manantiales kársticos más importantes de Navarra. La cavidad, situada cerca del borde S, se desarrolla siguiendo el suave buzamiento de las capas hacia la charnela sinclinal, para derivar sus aguas hacia la surgencia.

La cavidad es denominada Akuandi y aparece en el Catálogo Espeleológico de Navarra con el nº NA-0345 (Cueva de Acuandi o Akoandi), sita al N del pueblo de Aranarache, en el monte Limitaciones de las Amescoas. Sus coordenadas ETRS89, UTM 30N, son las siguientes: N 4.737.611; E 562.890; altitud 980 m snm. Dimensiones: Desarrollo 440 m. Desnivel: -25 m.

Su pequeña boca, de 1,5 m y techo bajo, se abre en el borde N de una depresión de fondo plano, bajo cobertura de hayedo, y da paso a una galería descendente, que tras otro paso de techo bajo, se amplía formando una amplia y larga galería, de 400 m, con sección de 10-20 m de ancho x 12 m de alto. La entrada descendente prosigue en rampa hasta una depresión cerrada por paredes verticales con coladas. Remontando en escalada +8 m por estas, se accede a un replano. A este punto también puede accederse por una cornisa lateral que evita la depresión y se prolonga algo más por la parte alta, más amplia, de la galería. Desde el plano desciende sobre coladas hasta una sima vertical de -8 m (que requiere cuerda). Su base, encañonada (cota -20 m), prosigue en leve descenso, para luego ampliarse y formar una amplia galería subhorizontal. Sobre las paredes y bóvedas abundan interesantes espeleotemas en forma de coladas, estalactitas, estalagmitas, isotubulares y banderas, en donde aparecen espeleotemas rotos. El suelo es principalmente de bloques clásticos. La galería tiene numerosos gours y varios cuerpos de agua más extensos.

Tras una leve elevación y descenso se alcanza un primer lago, que se deseca periódicamente. Sigue otro ascenso y leve descenso, tras el cual el techo es algo más bajo (4-5 m), con una hondonada lateral finalizada en una zona inundada. Sobre ella hay una galería lateral, de techo bajo, que presenta otra hondonada finalizada en poza de agua. Siguiendo la galería principal, tras otro ligero ascenso y descenso, se alcanza el segundo lago, de umbral estalagmítico, y una extensión mayor, del orden de 70 m.

El nivel del agua en este lago corresponde al nivel piezométrico local de la zona inundada (cota -25) y fluctúa poco. A igual nivel están las dos pozas de agua anteriores, mientras el primer lago está en posición algo más alta y es alimentado por las filtraciones en época de lluvias o de deshielo de la nieve invernal. El fondo del segundo lago prosigue en una pequeña galería meandriforme inundada (de 1 m de ancho x 2 m de alto), finalizada en sifón. Lo fundamental del volumen de agua de los cuerpos lagunares se debe a múltiples filtraciones dispersas, procedentes de las dolinas y el lapiaz de superficie.

Las aguas subterráneas de la zona inundada en los lagos tienen una condición léntica (aguas estancadas o quietas, que no fluyen, o sin corriente apreciable) y una gran transparencia. Las bóvedas y orillas del segundo lago tienen una proliferación extraordinaria de espeleotemas de distinto tipo: hay zonas con miles de estalactitas isotubulares, otras con pequeñas estalagmitas (en apretada cercanía), espeleotemas subacuáticas, otras que sobresalen del agua con aceras estalagmíticas, coladas, columnas y espeleotemas mayores, todas ellas de calcita, pero de coloraciones variables, además de blancas, debidas a trazas de otros componentes (sobre todo oxi-hidróxidos de hierro, que les otorgan coloraciones rojizas, amarillentas y grises).

La cavidad tiene una atmósfera de elevada humedad relativa (100% a sobresaturación), temperatura ambiente de 8ºC y temperatura del agua más baja, de 5-7ºC. Los principales rasgos de la cavidad son ilustrados en las figuras 01 á 20.

Figura 01. Akuandi. Urbasa. Hayedo en superficie y boca de la cavidad en el interior de una depresión kárstica.

Figura 02. Galería de acceso en rampa, con hojarasca, y escalada de +8 m en la depresión inferior.

Figura 03. Descenso de la sima de -8 m y zona inferior encañonada, en caliza dolomítica, con morfología coraloide.

Figura 04. Galería principal subhorizontal, con suelo de bloques, gours y diversas espeleotemas.

Figura 05. Profusión de coladas estalagmíticas sobre las paredes, grandes estalagmitas y gours.

Figura 06. Espeleotemas teñidas por oxi-hidróxidos de hierro (arriba) y espeleotemas blancas de calcita (debajo).

Figura 07. Galería principal de la cueva de Akuandi, con numerosas estalagmitas y otras espeleotemas.

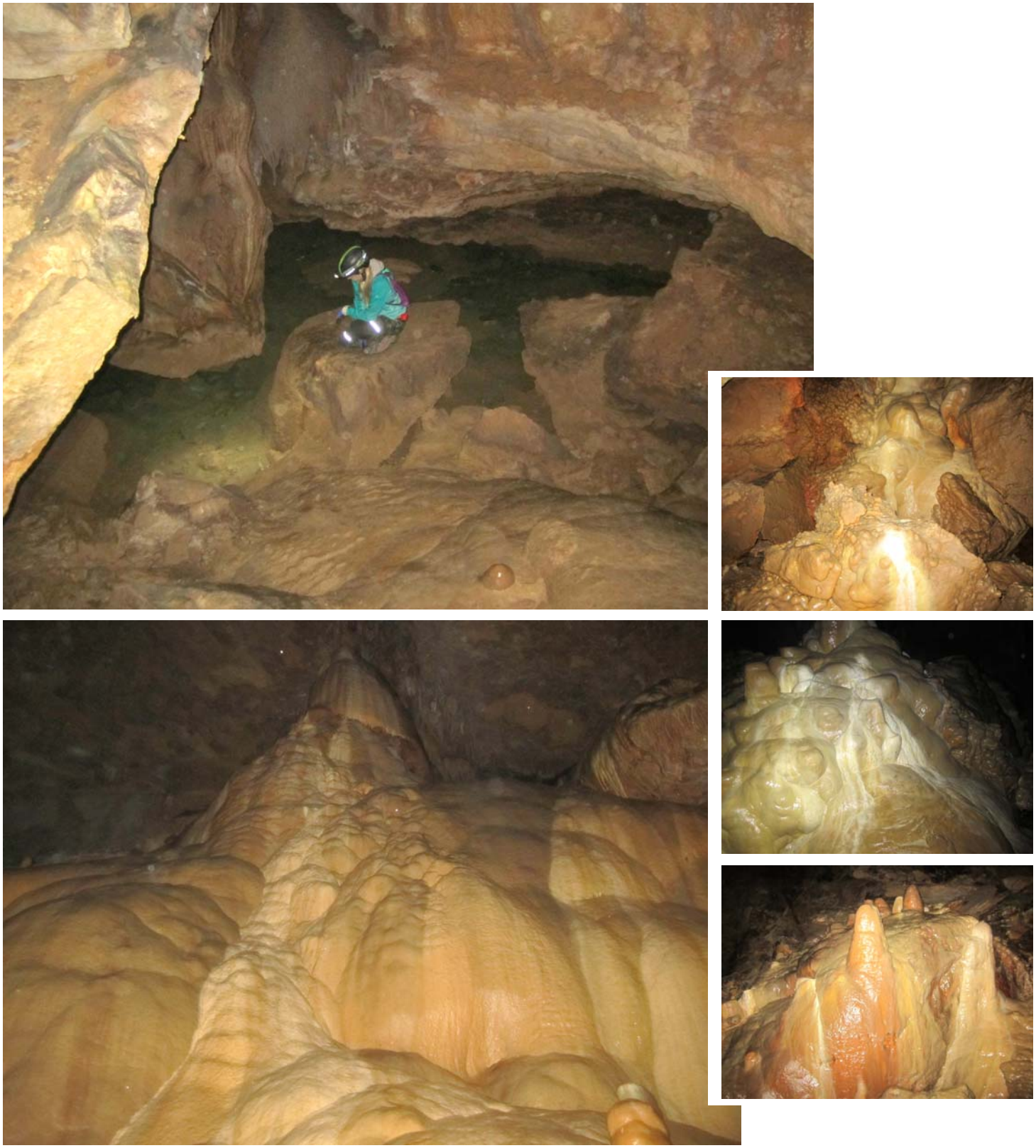

Figura 08. Depresión lateral cerca del primer lago, con zona inundada inferior (arriba). Y detalle de coladas estalagmíticas (debajo) y espeleotemas diversas (recuadros).

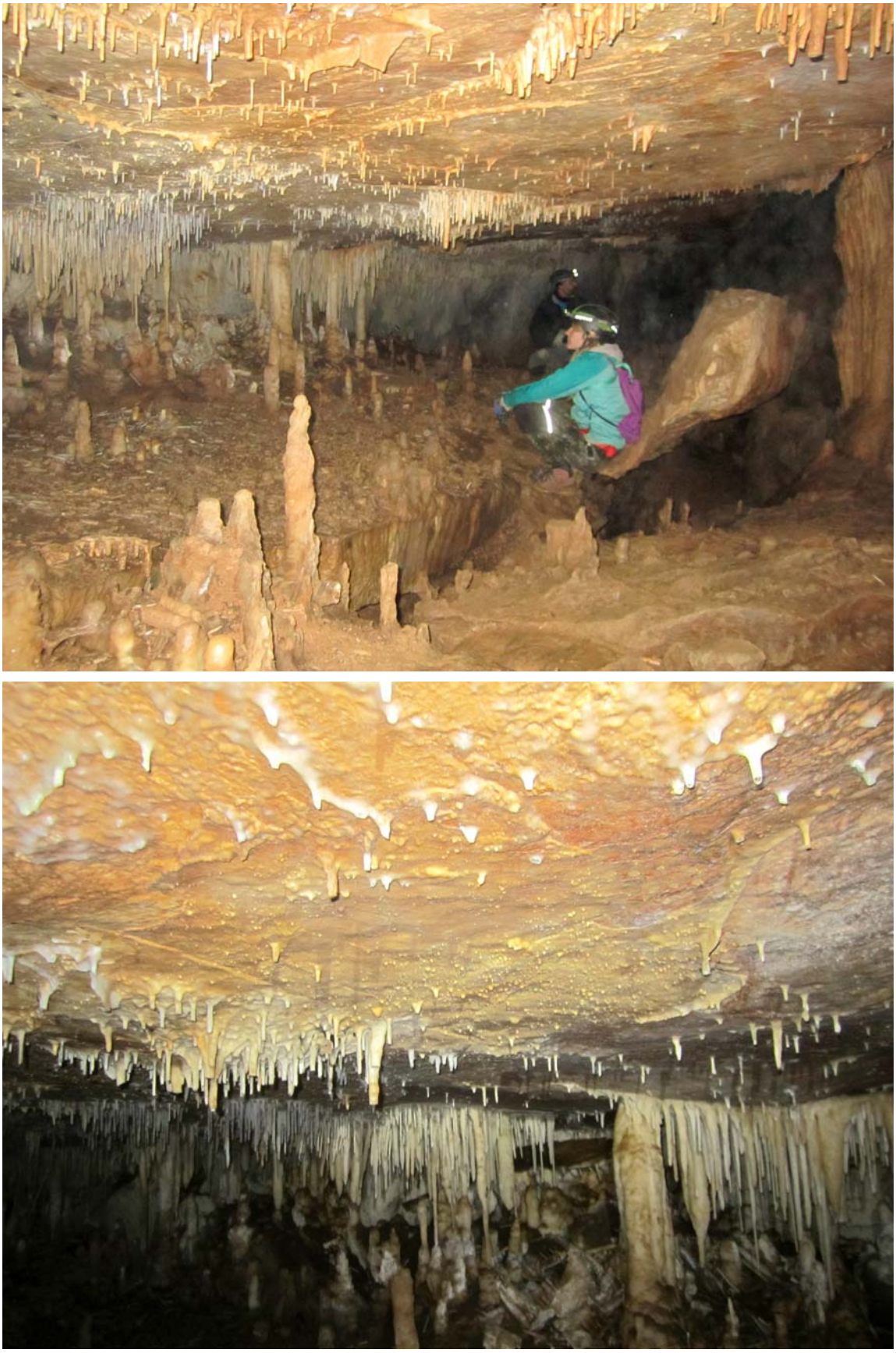

Figura 09. Pequeña galería lateral con multiplicidad de espeleotemas.

Figura 10. Grandes estalagmitas sobre suelo de bloques. Algunos bloques se han desplazado y presentan estalagmitas inclinadas en distintas posiciones, perpendiculares a la orientación que tuvieron los bloques.

BIOLOGÍA SUBTERRÁNEA

La cavidad muestra en su ambiente terrestre una inusual pobreza faunística, no habiéndose observado durante la salida de prospección invertebrados terrestres troglobios, comunes en cuevas de la región vasco-navarra. A simple vista la cavidad da la impresión de ser prácticamente azoica (sólo observamos algunos dípteros y araneidos), aunque contiene diversos restos de hojarasca y madera. En la parte central de la galería, colgado de una pared a 1 m sobre el suelo, hallamos un ejemplar invernante del murciélago pequeño de herradura *Rhinolophus hipposiderus* Bechstein (Rhinolophidae).

Previamente, en los años 1980`s, se hallaron varias especies de colémbolos. Dos troglobias: *Pseudosinella subterranea* Bonet y *Pseudosinella unguilonginea* Jordana & Beruete (Entomobryidae). Y otras dos especies troglófilas: *Onychiurus cancellatu*s Gisin y *Onychiurus silvariu*s Gisin (Onychiuridae). *P. unguilonginea* es endémica de cavidades en el Sur de Urbasa; vive en la misma área que otras especies de *Pseudosinella* pero no comparte el mismo nicho ecológico (Jordana & Beruete, 1983). Nosotros colectamos también en los años 1970`s varios ejemplares del coleóptero troglobio *Euryspeonomus (Urbasolus) eloseguii* Español (Leiodidae: Leptodirinae), especie tipo de este subgénero, definido por su pequeña talla (2-3 mm) y la particular conformación de su edeago. La especie es depigmentada (color ámbar, por la quitina), anoftalma, y está ampliamente distribuida por las Sierras de Urbasa y Andía (Navarra) y Sierra de Entzia (Álava). Durante la prospección de 2021 (sin empleo de cebos atrayentes) no observamos ejemplares de ninguna de estas especies, tal vez extintas en la cavidad y/o más fuertemente enfeudadas en el endokarst.

En cambio, en la orilla del segundo lago, tras repetidas y detalladas búsquedas, logramos colectar con malla de plancton dos ejemplares de anfípodos stygobios Niphargidae, de 8-10 mm de talla, blancos y carentes de ojos. Estudiados en laboratorio, resultaron pertenecer a la rara especie stygobia *Niphargus (Supraniphargus) longicaudatus* (Costa), no reportada previamente (ni la especie ni el género) para el karst de Urbasa, lo que motivó la realización de esta nota. Este hallazgo constituye la tercera localidad para Navarra, existiendo otras seis citas previas de localidades de Gipuzkoa (citadas en la introducción). La especie es endémica de Gipuzkoa y N de Navarra y pertenece a un género de anfípodos emblemático de las aguas subterráneas de los karsts europeos.

El orden Amphipoda es, entre los crustáceos, uno de los grupos que posee algunos de los representantes más típicos de la fauna acuática hipógea, aunque en su mayoría son marinos. Los anfípodos en general son omnívoros y muy voraces. Acaban con los restos orgánicos de todo tipo. Aunque no suelen atrapar presas vivas, algunas formas son muy carnívoras, mientras que otras consumen restos vegetales y detritos. Los cavernícolas alternan diferentes alimentos, incluyendo arcilla (Gounot, 1960). Los taxa de anfípodos cavernícolas de Gipuzkoa y N de Navarra comprenden 7 especies de 3 familias distintas (Galán, 1993).

La familia Niphargidae es establecida por Karaman en 1962 y contiene especies exclusivamente troglobias y paleárticas. La discusión acerca del origen y filogenia de *Niphargus* sigue dos hipótesis altemativas. La primera, postulada por Chevreux (1920), Schellenberg (1933) y Barnard & Barnard (1983), supone un parentesco de *Niphargus* con los géneros marinos *Eriopisa* y *Eriopisella,* y sería por tanto un linaje de los Hadzioidea. No obstante, Ruffo (1953) ha señalado que la similitud morfológica entre estos géneros puede ser debida a convergencia de caracteres arcaicos (= symplesiomorfismo) y que de hecho *Niphargus* representa un linaje independiente. La segunda hipótesis supone un parentesco con los Crangonyctoidea y es sustentada por Bousfield (1977; 1983), quien los incluye en esta superfamilia junto a Crangonyctidae, Paramelitidae y Neoniphargidae. De acuerdo con Karaman & Ruffo (1986) los Niphargidae están especialmente relacionados con los Neoniphargidae de Australia, India y Madagascar, un grupo de agua dulce con representantes epígeos e hipógeos. Por el momento las evidencias son insuficientes para inclinarse por una de estas dos hipótesis. Las afinidades con los Neoniphargidae pueden sugerir un antiguo origen dulceacuícola. En cambio, si Barnard & Barnard (1983) están en lo correcto, es más probable un origen marino directo (Galán, 1993).

Entre los autores que han postulado un origen marino para *Niphargus* se encuentran Chevreux (1920), Schellenberg (1933) y Vandel (1964). Estos autores han destacado que los *Niphargus* son muy próximos a *Eriopisa,* un género representado por una especie marina, *E. elongata,* remarcable por su anoftalmia y distribuida en las regiones costeras. Conviene a la vez destacar que no todos los *Niphargus* son cavernícolas, y el género incluye otras especies intersticiales y habitantes de los fondos de grandes lagos alpinos. La distribución de los *Niphargidae* ocupa el centro de Europa, coincidiendo su límite norte aproximadamente con la línea de máxima extensión de las áreas glaciadas cuaternarias, y faltando en el sur (península Ibérica, Sicilia y Peloponeso). Los Niphargidae en Iberia cuentan con dos de sus nueve géneros: *Niphargus* y *Haploginglymus*, este último endemismo ibérico.

Los *Niphargus*, extremadamente diversificados en el resto de su área de distribución (más de 20 especies sólo en Francia y un número mayor en la ex-Yugoeslavia), se hallan acantonados en Iberia en dos áreas muy restringidas: el País Vasco y la extremidad Este de los Pirineos catalanes; se han citado hasta ahora tres especies, dos en aguas del País Vasco y/o zonas próximas de Navarra (*N. cismontanus* Margalef, 1952 y *N. longicaudatus* (Costa), 1851), y otra en Cataluña (*N. delamarei* Ruffo, 1954). *N. cismontanus* es un endemismo de Gipuzkoa (País Vasco), mientras que las otras dos especies se extienden también al otro lado del Pirineo (Bellés, 1987; Notenboom, 1990; Galán, 1993).

Los *Niphargus* viven principalmente en aguas continentales y ocasionalmente en aguas salobres costeras. No obstante, Dresco Derouet (1959) ha demostrado experimentalmente que *Niphargus virei,* de agua dulce, tolera bien hasta 25% de agua de mar diluida. La distribución de *Niphargus* no muestra correspondencia con paleo-costas, como es común entre los Hadzioidea. Hoy predomina entre los especialistas la idea de que el género *Niphargus* deriva de ancestros marinos que habrían colonizado directamente las aguas subterráneas durante el Terciario (Ginet & Juberthie, 1987).

El haber sido encontradas varias especies del género en minas y túneles abandonados, medio hyporheico y surgencias en litologías no-calizas (incluso en aguas con un pH de 4.0), así como la amplia distribución de algunas de sus especies, y la alta diversidad de especies, sugieren una alta habilidad de dispersión relacionada con su capacidad de colonizar no sólo el nivel freático sino también la zona no-saturada y napas situadas por encima de la capa freática regional, pudiendo así atravesar las barreras de las montaña más bajas (Notenboom, 1990). Por otro lado, la acción del glaciarismo Cuaternario pudo haber diezmado muchas poblaciones de algunas especies, mientras otras sobrevivieron bajo los glaciares o bien recolonizaron muy rápidamente el terreno perdido utilizando el medio intersticial (Ginet & Juberthie, 1987; Galán, 1993). El resultado de ambos aspectos es la compleja distribución biogeográfica que presentan muchas de las especies troglobias de este género en la actualidad.

Las diferencias en tamaño entre las distintas especies del género soportan la idea de que la evolución de los *Niphargus* ha sido el resultado de un proceso de neotenia parcial o paedomorfosis (Brehm, 1955; Galán & Herrera, 1998), en la cual ciertas estructuras han sido mantenidas en los adultos de algunas especies, mientras que en otras los caracteres adultos son propios de fases juveniles. Las formas stygobias son las que alcanzan mayor tamaño (= gigantismo).

La especie *Niphargus longicaudatus* posee un cuerpo alargado, poco comprimido lateralmente, sin ojos y depigmentado. Los machos adultos alcanzan 7-12 mm de talla. Se caracterizan por su telson hendido poco profundo, con la hendidura o escotadura central de menos de 1/2 de la longitud del mismo; dactilos de los pereiópodos con espinas en el margen; exopodio del tercer urópodo dividido en dos artejos; el tercer urópodo es asimétrico en los machos; espinas apicales del telson más largas que 1/3 de la longitud de las ramas del mismo; dactilos alargados, con un sólo diente (raramente dos) en la base de su porción afilada; flagelo de las primeras antenas con 21-31 artejos; gnatópodos con una gran espina en el ángulo palmar y, detrás de ella, otras dos espinas menores, pectinadas; placas coxales II y IV con 9 sedas marginales; segmento I del urosoma con sedas, y el II con 1 ó 2 espinas a cada lado.

Los dos ejemplares colectados en Akuandi presentan los caracteres citados y poseen 8-10 mm de talla. El biotopo de colecta en el segundo lago es una zona de agua poco profunda (10-20 cm) cercana a una orilla estalagmítica, con suelo del fondo arcilloso-carbonatado. Los ejemplares se desplazaban activamente recostados sobre el sustrato del fondo, donde probablemente se alimentan de materia orgánica particulada, asociada a la arcilla, restos vegetales y microfauna planctónica. El contenido del tubo digestivo mostró partículas de arcilla y raeduras de hojas muertas, probablemente con microorganismos adheridos que son parte esencial de su dieta (Gounot, 1960; Galán, 1993).

La especie stygobia *Niphargus longicaudatus* fue únicamente observada en este biotopo, pero no en gours ni otros cuerpos de agua. Seguramente habita en todo el segundo lago, pero no es factible observarla en aguas más profundas (hasta 2 m).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las prospecciones efectuadas no encontraron troglobios terrestres y en general la fauna cavernícola parece estar pobremente representada en la cavidad. Esto sugiere una fuerte degradación del ambiente hipógeo, con probable extinción o acentuado enfeudamiento de las especies troglobias, al menos las de colémbolos y coleópteros hallados en décadas anteriores; la excepción, por la presencia de *Niphargus longicaudatus*, troglobio acuático de antiguo origen, probablemente se deba a la conexión del lago con la zona permanentemente inundada del extenso acuífero de Urbasa.

Esta relativa rarefacción (o auténtica declinación) de las poblaciones cavernícolas en karsts de montaña ha sido señalada para el karst de Entzia, parte de la zona N de Urbasa, y la mayoría de los karsts de Gipuzkoa (Galán, 2006, 2019). En el caso de Gipuzkoa, el estudio detallado sobre 104 taxa troglobios, en un centenar de cavidades, a lo largo de 5 años, mostró una declinación media de las poblaciones cavernícolas del 32% de los efectivos existentes 40 años antes, llegando en algunos macizos kársticos hasta el 14% de la abundancia previa (Galán, 2006).

La vulnerabilidad de los ecosistemas subterráneos se debe en general a su inercia y resiliencia. La inercia se refiere a las posibilidades que posee el sistema para absorber los disturbios y cambios sin que los parámetros bióticos y abióticos esenciales se vean afectados. La resiliencia concierne a la capacidad del sistema para retornar a su estado inicial después de que algún disturbio ha modificado dichos parámetros. Las investigaciones recientes han mostrado una inercia débil del karst en relación a muchos factores, como ante la contaminación del agua, la cual pasa muy rápidamente a gran parte de la red hídrica subterránea, sin filtrar la contaminación química ni orgánica, a lo sumo diluyendo la misma. La resiliencia es siempre baja, particularmente sobre la fauna, y es debida a la muy baja tasa de reproducción de los troglobios, bajo metabolismo y bajo tamaño poblacional (asociados a una estrategia de adversidad), lo que tiene por resultado una fragilidad extrema de las poblaciones troglobias (Galán 2006).

El tamaño de las poblaciones troglobias es generalmente muy pequeño, a menudo del orden de 5.000 individuos, aunque algunos grupos taxonómicos que comprenden formas detrítivoras de pequeño tamaño pueden ser considerablemente mayores en número (Galán, 2006). Es habitual también que el rango de distribución de las especies sea pequeño y que, cuando éste resulta extenso, la especie esté constituida por una pequeña serie de núcleos poblacionales, dispersos en el área total. Es decir, que en el rango total de la especie los efectivos se concentran en pocas poblaciones, circunscriptas a algunos sistemas de cuevas y, dentro de ellas, a una red de biotopos óptimos. Esta red es como un archipiélago en el amplio mar del rango de distribución de la especie. Y por ello, la fauna troglobia de una cueva en particular puede ser muy vulnerable ante distintos factores de amenaza.

Figura 11. Zonas con profusión de banderas, isotubulares y columnas.

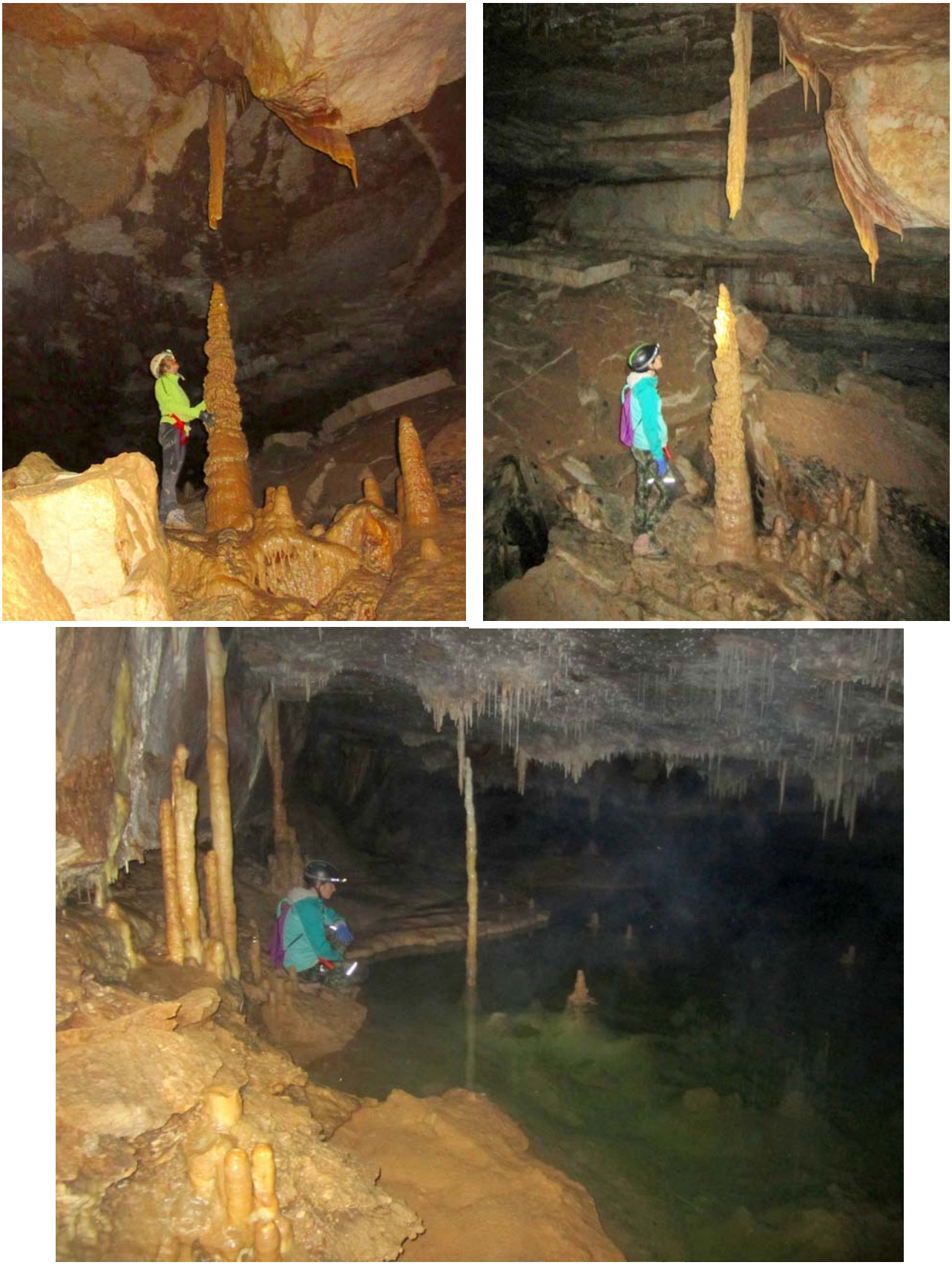

Figura 12. Estalactita y estalagmita cerca de unirse para formar una columna, en el inicio del descenso hacia el segundo lago (arriba) y parte inicial del mismo (debajo). Se aprecian también grandes banderas.

Figura 13. Segundo lago de Akuandi, parte central, con numerosas isotubulares en la bóveda, que se reflejan en las aguas del lago. También se aprecian estalagmitas semi-sumergidas.

Figura 14. Detalles del segundo lago.

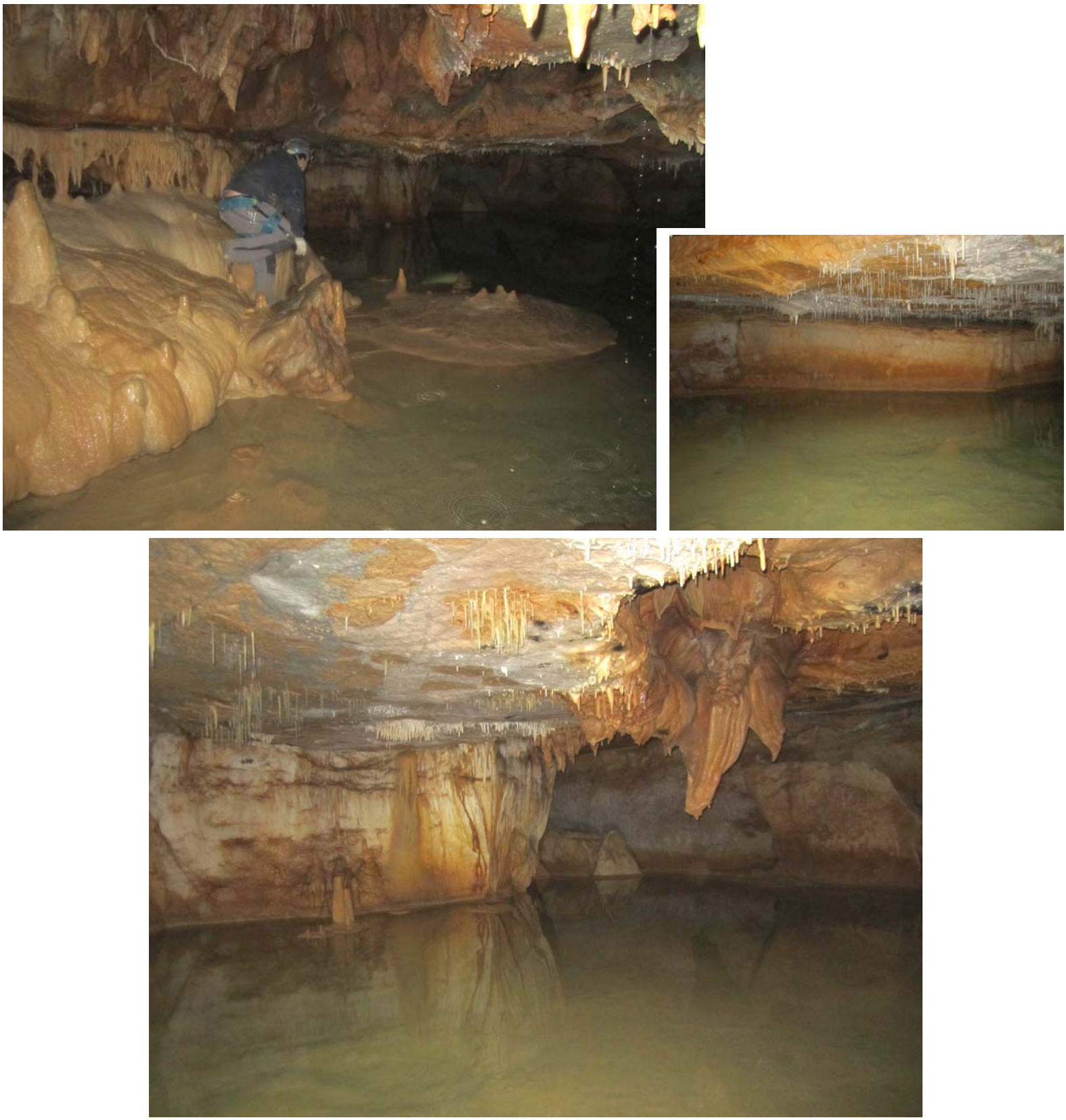

Figura 15. Parte norte del segundo lago, con el inicio de la galería-meandro al fondo.

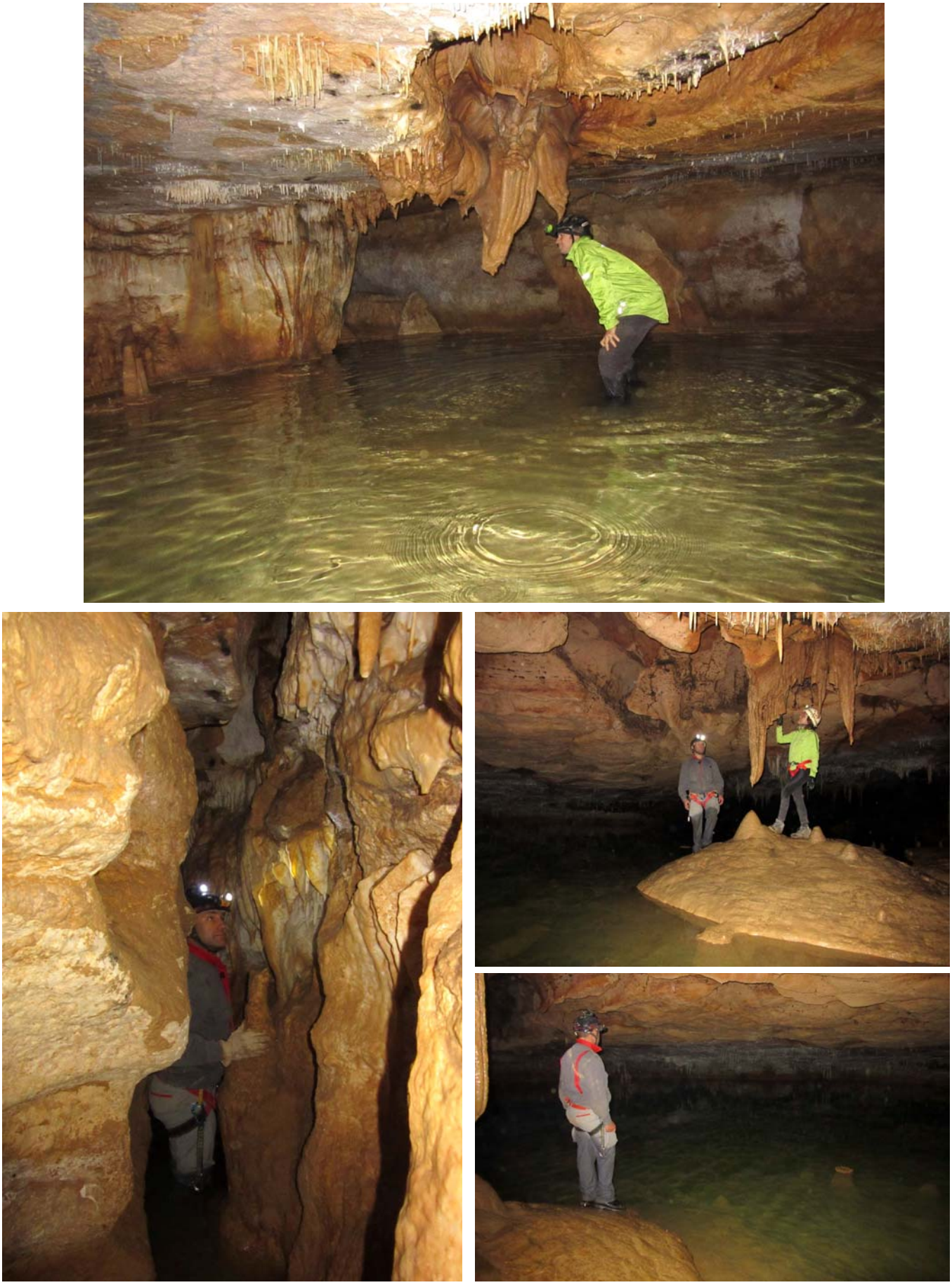

Figura 16. Fondo del segundo lago y galería meandro (imágenes grandes). Detalles de las orillas en los recuadros.

Figura 17. Diversidad de espeleotemas y aceras estalagmíticas en el segundo lago.

Figura 18. En las orillas del segundo lago hay áreas con numerosas estalactitas isotubulares en las bóvedas y numerosas estalagmitas bajo ellas, en apretada cercanía, además de otras espeleotemas.

Figura 19. Espeleotemas en la cueva de Akuandi y detalles del ascenso en jumars de la sima de -8 m.

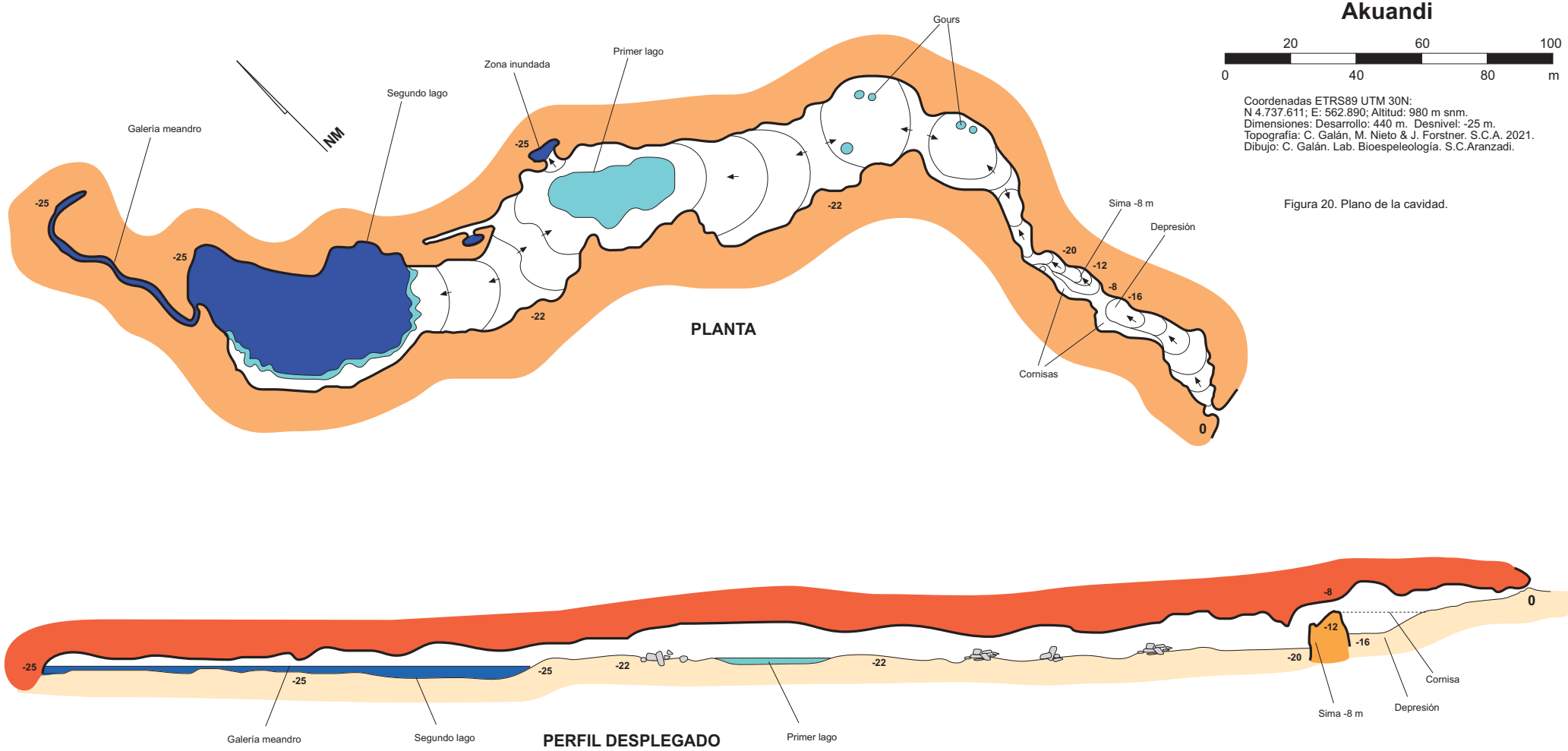

Figura 20. Plano de la cavidad.

En el caso de Urbasa, entre las causas probables que podrían estar afectando a las poblaciones troglobias, las causas generales son similares a las que ocurren en los karsts de Guipuzkoa: deforestación de la vegetación natural de hayedos, plantación de coníferas exóticas, pérdida de suelos y, fundamentalmente, introducción de productos agroquímicos, fertilizantes y pesticidas. La declinación de las poblaciones de invertebrados en superficie también es un factor que afecta a los ecosistemas subterráneos, con pérdida de ingresos de troglóxenos y reducción en el suministro de nutrientes.

Un factor que está adquiriendo una importancia creciente es el impacto del turismo de masas sobre la vida cavernícola. Aparte del caso de cuevas turísticas y cuevas en las que se instala luz o se producen modificaciones permanentes tales como el cierre o apertura de nuevas bocas, las cuales pueden cambiar los parámetros climáticos, se produce una fuerte degradación del medio por exceso de visitas en cuevas no-turísticas. El espeleo-turismo o las visitas continuadas a cuevas de fácil acceso, particularmente cuando se trata de una actividad comercial de empresas de aventura, introduce cambios indeseables. Además de la práctica común de dejar basura y desechos por todos lados, o de destruir espeleotemas por afán coleccionista o por puro vandalismo, cambios menos fáciles de percibir son producidos por las visitas frecuentes y afectan a la biota. El disturbio continuado puede producir la pérdida de habitat para especies crípticas, por compactación del suelo y cambios en las condiciones microclimáticas

Al respecto, Heaton (1986) y Ganter (1989) han propuesto una interesante clasificación física de las cuevas basada en su nivel de energía: (1) Cuevas de alta energía: tienden a inundarse al menos anualmente y frecuentemente portan un flujo-base sustancial. Es común que presenten lechos de roca con formas de erosión. Abundantes sedimentos son sorteados por el movimiento de las aguas, dejando acumulaciones que cambian de forma y tamaño continuamente. Las espeleotemas son raras, y frecuentemente resultan lavadas o fragmentadas y desplazadas. El daño por visitas no tiende a acumularse en este tipo de cuevas. (2) Cuevas de moderada energía: son perturbadas por cantidades de agua mucho menores y frecuentemente contienen una variedad de detritos originados en superficie y transportados por agua, por animales, por aire y por acción de la gravedad. Las espeleotemas tienden a formar grandes masas de coladas, reflejando una abundancia de agua saturada pero cuya condición es demasiado activa para permitir el crecimiento de cristales más finos. Estas cuevas acumulan algunos daños físicos, pero éstos pueden resultar enmascarados por inundaciones ocasionales y rearreglo de los sedimentos. (3) Cuevas de baja energía: son extremadamente quietas. Las espeleotemas son pequeñas y delicadas, resultando sólamente de las diminutas fuerzas de crecimiento de los cristales. Estas cuevas son altamente susceptibles al daño físico, el cual no puede ser reparado fácilmente. Esta clasificación es interesante con vistas a discriminar la tolerancia de las cavernas ante impactos físicos, tales como turismo de masas, sobrepresión y vandalismo, pero resulta insatisfactoria cuando se consideran impactos bióticos, como contaminación de las aguas, pérdida de nutrientes y desbalance ecológico.

En el caso de Akuandi y cuevas cercanas que reciben visitas turísticas, cabe añadir que en la última década ha aparecido un factor multiplicador y un efecto llamada a través de blogs y noticias en internet. Un creciente número de personas, que se autotitulan espeleólogos o crean su propio grupo “ad-hoc” cuelgan en la red información no-original y selfies, por simples motivaciones de figuración o lucro. Son personas que no aportan exploraciones ni investigaciones propias, sino que recurren a visitar cavidades fáciles, ya exploradas y estudiadas por otros. Se basan en la información publicada, sin aportar nada nuevo, con omisiones y plagios. Son frecuentes los reportes en la web de visitas turísticas a cuevas, disfrazados con cascos y trajes speleo, para sacarse la foto y figurar. Las omisiones (ya que nunca citan las fuentes de información o bibliografía previa) tratan de hacer creer que incluso estas personas han descubierto, explorado o efectuado estudios en la cavidad. A ello se suman detalladas descripciones de cómo llegar al sitio (tracks con gps), con la consiguiente masificación de las visitas de turismo. En casi todos los casos se trata de cuevas “fósiles”, del tipo de baja energía, y con diversas espeleotemas que las hagan atractivas. Se da también el caso, tal vez más nocivo, de personas que crean empresas comerciales de “turismo de aventuras”, que llevan grupos numerosos a cuevas (cobrando hasta 60 euros por persona en cada excursión, según sus propios blogs), y cuyo único objetivo es el lucro y figuración. Cavidades que en Urbasa (declarado “Parque Natural”) recibían cero a unas pocas visitas al año, actualmente están recibiendo cientos a miles de visitantes al año, con los consiguientes efectos de sobrepresión y vandalismo, destrucción de espeleotemas, y compactación de suelos. Menos visible, el disturbio continuado puede producir la pérdida de habitat para especies crípticas, por alteración de las condiciones microclimáticas y el suministro de nutrientes en biotopos óptimos para las especies troglobias. Aunque los visitantes pueden ser cuidadosos, no son conscientes de la degradación que introducen, tanto sobre el frágil medio físico como sobre la biota. Ya que no se trata sólo de “su” visita, sino de la masificación de las visitas, por estos efectos llamada.

Remarcamos que este factor de amenaza es novedoso (prácticamente no existía hace dos décadas) y se propaga cada vez más. En Gipuzkoa está también muy extendido. El afán de figuración, el sacarse el selfie y el lucro, dominan estas prácticas. Con casos lamentables, como la degradación del río subterráneo de moonmilk de gibsita de la sima-mina de Alzola o la destrucción de notables geoformas en el karst en arenisca de Jaizkibel (entre ellas: bandas de Moebius, boxworks gigantes, etc.). En los últimos cinco años hemos asistido, por el turismo de masas, a la destrucción progresiva de ejemplos únicos en el mundo, de notable interés científico. Algunos grupos de montañeros, al conocer los parajes, han trazado senderos señalizados y hay empresas de turismo de aventuras, incluso francesas, que lucran con el negocio de llevar masas ígnaras a tales sitios. También se agregan personas que sacan fotos con cámaras de gran calidad para hacer negocio con la venta de policromías. En fin, egos, figuración y dinero.

Estas prácticas, si bien éticamente resultan lamentables, a veces ni tan siquiera son percibidas como nocivas, y en el caso de la fauna cavernícola en general pasan desapercibidas. Aunque resulte difícil de cuantificar, estamos asistiendo actualmente a una acelerada reducción de hábitats naturales, contaminación y pérdida de biodiversidad, incluso en los ecosistemas subterráneos.

Margalef (1976) ya indicaba la existencia de paralelismos entre la vida en las cavernas y la de las grandes profundidades marinas, ya que ambos medios comparten características. Ambos son ambientes extremos, donde reina la oscuridad total, son pobres en recursos tróficos y sostienen a un conjunto de especies raras, de extraña apariencia, con modos de vida con bajo metabolismo y bajo consumo energético. En el caso de la fauna abisal sus habitantes deben además lidiar con las grandes presiones de las profundidades marinas. En el caso de las especies troglobias a menudo se trata de especies relictas, derivadas de una fauna de tipo tropical o subtropical que poblaba Europa durante el Terciario (e incluso períodos anteriores), y cuyos únicos representantes vivientes de esos grupos zoológicos lo constituyen los troglobios, que habitan en el karst, y que han soportado innumerables cambios climáticos y ambientales (incluyendo glaciaciones) a lo largo de su dilatada historia. La gran mayoría de las especies troglobias son auténticos "fósiles vivientes", en las acepciones de Jeannel (1943) y Vandel (1964). Estas especies, en su mayoría endémicas de la región vasco-navarra, constituyen la mayor riqueza en biodiversidad zoológica y la mayor contribución de esta región a la biodiversidad global del planeta. Sólo por ello debería prestarse atención a su conservación, ya que conforman un valioso patrimonio en especies y en genes, únicos en el mundo, que se encuentran hoy en situación de amenaza.

De ahí el interés en conservar estas excepcionales especies, hoy amenazadas por las actividades humanas (especialmente por el uso de agroquímicos) y de recordar a los amantes de la naturaleza que estas cavidades fósiles no soportan el turismo de masas.

El medio hipógeo es extenso e inhomogéneo, y cada cavidad individual puede presentar rasgos y facetas particulares. La vida sobre el planeta se ha extendido sobre esta amplia diversidad, a través de la evolución de los distintos grupos taxonómicos, superando distintas vicisitudes históricas, dando así lugar a la multiplicidad de especies que apreciamos en la actualidad, y de las que tenemos sólo un conocimiento fragmentario. Su historia natural es algo peculiar, que vamos develando progresivamente, en la medida que prospectamos las cavidades y estudiamos con mayor detalle su fauna. *N. longicaudatus* representa en este sentido una especie stygobia excepcional, endémica y relicta, y que sigue viviendo en la actualidad oculto en las aguas subterráneas de algunos karst de Gipuzkoa y N de Navarra, y que ahora hemos hallado en la cueva de Akuandi, extendiendo su distribución a la Sierra de Urbasa. El hallazgo de la especie en Akuandi, constituye a su vez la localidad a mayor altitud de las pocas conocidas para esta rara especie de anfípodo stygobio.

AGRADECIMIENTOS

A Juliane Forstner y Egoitz Gabilondo, de la Sociedad de Ciencias Aranzadi (SCA), quienes colaboraron en el trabajo de prospección biológica en Akuandi. A Marian Nieto, Iñigo Herraiz y David Arrieta Etxabe, por su contribución en una salida previa. A dos árbitros de Biosphere Consultancies (United Kingdom) y SCA, por la revisión crítica del manuscrito y sus útiles sugerencias.

BIBLIOGRAFIA

Barnard, J. & C. Barnard. 1983. Freshwater Amphipoda of the world. Hayfield Assoc., Vernon, Virginia, 830 p.

Bousfield, E. 1977. A new look at the systematics of gammaroidean amphipods of the world. Crustaceana, Suppl.4: 282-316.

Bousfield, E. 1983. An updated phyletic classification and paleohistory of the Amphipoda. Crustacean Phylogeny: Crustacean Issues, 1: 257-277.

Brehm, V. 1955. Niphargus-probleme. Sitzb.Öster.Akad.Wiss., Abt. 1, 164.

Chevreux, E. 1920. Sur quelques Amphipodes nouveaux ou peu connus des cotes de Bretagne. Bull.Soc.Zool.France, 45: 23-28.

Dresco Derouet, L. 1959. Contribution a l'étude de la biologie des deux crustacés aquatiques cavernicoles: Caecosphaeroma burgundum D. et Niphargus orcinus virei Ch. Vie et Milieu, 10: 321-346.

Galán, C. 1993. Fauna hipógea de Gipuzkoa: su ecología, biogeografía y evolución. Munibe (Cienc.Nat.), S.C.Aranzadi, 45: 1-163.

Galán, C. 2006. Conservación de la fauna cavernícola troglobia de Gipuzkoa: (3) factores de amenaza. Lab. Bioespeleología S.C.Aranzadi. Pag. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 20 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. Publ. Dpto. Espeleo. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 10 pp.

Galán, C. 2019. Addenda a la fauna cavernícola de la Sierra de Entzia (Álava) y notas sobre la distribución espacial de especies troglobias. Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 41 pp.

Galán, C. & F.F. Herrera. 1998. Fauna cavernícola: ambiente y evolución (Cave fauna: environment and evolution). Bol. Soc. Venez. Espeleol, 32: 13-43.

Galán, C. & M. Nieto. 2020. El ecosistema cavernícola del río subterráneo de Erreketa: mamíferos, interacciones geo- microbiológicas y nuevos datos sobre crustáceos stygobios (País Vasco). Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, PDF, 54 pp.

Ganter, J. 1989. Cave exploration, cave conservation. Some thoughts on compatibility. NSS News, 1989: 249-253.

Gounot, A. 1960. Recherches sur le limon argileux souterrain et sur son role nutritif pour les Niphargus (Amphipodes, Gammarides). Am.Spéléol., 15: 501-526.

Heaton, T. 1986. Caves: a tremendous range in energy environments on Earth. NSS News, 1986: 302-304.
Jeannel, R. 1943. Les fossiles vivants des cavernes. Ed.Gallimard, Paris, 321 p.
Jordana, R. & E. Beruete. 1983. Cavernicolus Collembola from karst caves in the west of Navarra (Spain). Bull.Soc.Entomol.Suisse. 56: 303-315.
Karaman, G. & S. Ruffo. 1986. Amphipoda: Niphargus-group (Niphargidae sensu Bousfield, 1982). Stygofauna mundi, Leiden, 564-566.
Margalef, R. 1976. Paralelismo entre la vida de las cavernas y la de las grandes profundidades marinas. Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 21: 10-20.
Margalef, R. 1970. Anfípodos recolectados en aguas subterráneas del País Vasco. Munibe, 22(3-4): 169-174.
Notenboom, J. 1990. Introduction to Iberian groundwater amphipods. Limnetica, Asoc.Español.Limnol., 6: 165-176.
Ruffo, S. 1953. Lo stato attuale delle conoscenze sulla distribuzione geografica degli Anfipodi delle acque sotterranee europee e dei paesi mediterranei. Premier Congr.Internat.Spéléol., Paris, 3: 13-38.
Schellenberg, A. 1933. Niphargus - probleme. Mitt.Zool.Mus.Berlin, 19: 23-41.
Vandel, A. 1964. Biospéologie: La Biologie des Animaux cavernicoles. Ed.Gauthier-Villars, Paris, 619 p.