

HALLAZGO DEL ANFÍPODO STYGOBIO *NIPHARGUS CISMONTANUS* MARGALEF, 1952 EN UN NIVEL FREÁTICO INTERCEPTADO POR UNA MINA DE HIERRO Y GALENA ARGENTÍFERA EN EL MACIZO GRANÍTICO PALEOZOICO DE PEÑAS DE AIA (GIPUZKOA, PAÍS VASCO).

Discovery of the amphipod stygobite *Niphargus cismontanus* Margalef, 1952 on a phreatic level intercepted by an iron mine and silver galena in the Paleozoic granitic massif of Peñas de Aia (Gipuzkoa, Basque Country).

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



HALLAZGO DEL ANFÍPODO STYGOBIO *NIPHARGUS CISMONTANUS* MARGALEF, 1952 EN UN NIVEL FREÁTICO INTERCEPTADO POR UNA MINA DE HIERRO Y GALENA ARGENTÍFERA EN EL MACIZO GRANÍTICO PALEOZOICO DE PEÑAS DE AIA (GIPUZKOA, PAÍS VASCO).

Discovery of the amphipod stygobite *Niphargus cismontanus* Margalef, 1952 on a phreatic level intercepted by an iron mine and silver galena in the Paleozoic granitic massif of Peñas de Aia (Gipuzkoa, Basque Country).

Carlos GALÁN.

Sociedad de Ciencias Aranzadi. Laboratorio de Bioespeleología.
Alto de Zorroaga. E-20014 San Sebastián - Spain.
E-mail: cegalham@yahoo.es
Julio 2020.

RESUMEN

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 central, en regiones que no estuvieron cubiertas por el hielo durante las glaciaciones, especialmente en los karsts de los Balcanes y Cárpatos. El género está ausente en la Península Ibérica, salvo en los dos extremos de los Pirineos (País Vasco y Cataluña). La especie *Niphargus cismontanus* fue la primera hallada en Iberia, donde sólo era conocida de dos cavidades en Gipuzkoa (simas de Goenaga y Gesaltza), constituyendo este hallazgo la tercera localidad para esta especie stygobia, endémica de Gipuzkoa. Con el interés añadido de no tratarse de un karst sino de capas freáticas en esquistos y rocas graníticas de edad Paleozoico, interceptadas por una antigua mina que sigue un filón de hierro y galena argentífera. La cavidad tiene 500 m de galerías, con niveles inferiores inundados, y presenta una gran diversidad de espeleotemas. La población de *Niphargus* en la mina es numerosa. Se presentan datos biológicos y ecológicos sobre esta rara especie stygobia, ciega, depigmentada y de gran talla.

Palabras clave: Bioespeleología, Hidrogeología, macizo Paleozoico, minas, Ecología, Evolución, Amphipoda, *Niphargus*.

ABSTRACT

The genus *Niphargus* is the emblematic symbol of the European karst waters. It contains exclusively troglobite and Palearctic species, the largest among freshwater amphipods. These crustaceans live in groundwater and caverns. They are distributed throughout the W of central Europe, in regions that were not covered by ice during the glaciations, 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 species *Niphargus cismontanus* was the first one found in Iberia, where it was only known from two cavities in Gipuzkoa (Goenaga and Gesaltza abysses), making this finding the third locality for this stygobite species, endemic to Gipuzkoa. With the added interest of not being a karst but groundwater in schists and granitic rocks of Paleozoic age, intercepted by an old mine following a vein of iron and argentiferous galena. The cavity has 500 m of galleries, with flooded lower levels, and presents a great diversity of speleothems. The *Niphargus* population in the mine is large. Biological and ecological data on this rare, large, blind, depigmented, stygobia species are presented.

Key words: Biospeleology, Hydrogeology, Paleozoic massif, mines, Ecology, Evolution, Amphipoda, *Niphargus*.

INTRODUCCIÓN

La especie *Niphargus cismontanus* Margalef, alcanza 18-20 mm de talla, siendo una de las más grandes del género. Era conocida por muy pocos ejemplares de dos cuevas: Gesaltza (en Aizkorri), de donde fue descrita, y la sima de Goenaga (en Izarraitz), cuya boca está actualmente obstruida por la construcción de un polígono industrial (Margalef, 1952, 1970; Galán, 1993).

Una segunda especie del género, *Niphargus longicaudatus* Costa, de menor talla (12 mm), ha sido hallada en varias cuevas y minas-cuevas en Oyarzun, Altza (Donosti), valle del Leizarán, Ernio-Pagoeta, Aizkorri, Erreketa (Elgoibar) (todas ellas en Gipuzkoa) y en Basaura (Sierra de Lokiz, Navarra), generalmente a baja o moderada altitud (Galán, 1993, 2012; Galán & Nieto, 2020).

El hallazgo de *N. cismontanus* en una antigua mina en terrenos Paleozoicos resulta singular. Ya que no se trata de un karst ni de cavidades naturales, sino de un acuífero en una litología inusual, alcanzado por la excavación artificial de galerías de mina, perforadas desde hace 2.000 años, las cuales han interceptado el nivel freático a la vez que presentan curiosas espeleotemas.

El hallazgo fue el producto de una prospección geo-biológica ocasional en una zona minera, donde hemos encontrado otras cavidades de interés. Seguramente la actividad minera, que se extendió desde época romana hasta el siglo pasado, ha propiciado la fracturación de la roca anexa, facilitando la infiltración, e inundando los niveles inferiores de las minas, cuyo nivel piezométrico está en relación con los niveles de base locales de los talwegs de la red hídrica regional. La red de galerías de mina e intersticios en la roca encajante de los filones metalíferos alberga un importante volumen de aguas subterráneas, relacionadas a su vez con el medio hiporrheico e intersticial de los fondos de valle. Hábitat a partir del cual los *Niphargus* han colonizado las galerías inundadas de las minas. Un proceso que, como veremos, se remonta a un lejano origen.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las prospecciones bioespeleológicas fueron efectuadas en junio de 2020. Los ejemplares de *Niphargus* fueron detectados por prospección directa y colectados mediante mallas de plancton. Fueron preservados en etanol 75° y estudiados mediante disección en laboratorio bajo microscopio binocular Nikon (de 800 aumentos). La morfología y espeleotemas de las galerías de mina muestran una estética llamativa y diversa, la cual es también descrita e ilustrada mediante fotografía digital.

RESULTADOS

El macizo granítico de Peñas de Aia alcanza 832 m snm de altitud, destacando sobre los relieves cercanos de la comarca del Bidasoa. Su núcleo contiene un batolito granítico rodeado de una aureola metamórfica de pizarras, grauvacas y paraconglomerados cuarzosos, de edad Carbonífero (Paleozoico), los cuales forman parte de la denominada "sucesión esquistosa de Cinco Villas", en el eje axial Pirenaico. Las rocas de la sucesión de Cinco Villas son eminentemente detríticas y alternan niveles de lutitas esquistosas y areniscas laminadas, con intercalaciones espaciadas de conglomerados y algunos niveles de caliza de poca continuidad lateral. El color de los materiales es oscuro, de gris a negro, y son frecuentes las estructuras de esquistosidad en los términos de grano más fino. La potencia estimada sobrepasa los 2.000 m de espesor (Campos, 1979).

La asociación litológica de la sucesión está integrada por: areniscas de colores grises (amarillentos por alteración); pizarras limosas micáceas, carbonosas, de colores grises oscuros y negros; paraconglomerados cuarzosos; y calizas oscuras.

El stock granítico de Peñas de Aia aflora en una extensión cercana a 100 km². El afloramiento se introduce en su parte N en el territorio francés, pero allí su extensión es muy pequeña. La roca encaja siempre en materiales carboníferos. En algunos puntos entra en contacto con rocas Mesozoicas, pero estas han sido depositadas cuando la erosión ya había hecho aflorar en superficie al granito; el Trías, que se apoya sobre el granito de Aia, lo hace discordantemente y no muestra huellas de metamorfismo de contacto. Los contactos con la roca encajante son netos, representados por rocas de composición feldespática, muy alterada.

En la proximidad del granito se desarrolla un metamorfismo térmico, con formación de corneanas de andalucita y cordierita (corneanas hornbléndicas); más lejos, se pasa gradualmente a zonas de metamorfismo más bajo. Las rocas del Carbonífero de Cinco Villas han sufrido un metamorfismo térmico cuyos efectos pueden confundirse con los de la periferia de la aureola. El plutón se considera sin-cinemático tardío o post-cinemático, respecto a las dos fases de deformación principales que se pueden distinguir en el Carbonífero; su emplazamiento, posiblemente ante-Estefaniense, tuvo lugar en el Carbonífero tardío (Campos, 1979).

Por acción metamórfica e hidrotermal se formaron múltiples vetas y filones polimetálicos en todo el anillo de pizarras que rodea al stock de granito. Las mineralizaciones de los filones se explotaron desde la Edad de Hierro y se extienden por todo el entorno entre Oiartzun e Irún (Gipuzkoa) y Bera y Lesaka (Navarra), conociéndose un buen número de cotos mineros abandonados. Los filones de mineral asociados están formados en su mayoría por óxidos de hierro (hematites y goethita), sulfuros (galena argentífera y blenda), y carbonatos (siderita y espato de flúor), observándose un reparto estratificado entre los óxidos de hierro que se encuentran en las proximidades del granito, y los sulfuros que se reparten entre las pizarras de la aureola metamórfica.

El coto minero de Arditurri es un antiguo complejo minero situado en la proximidad de Oiartzun (Gipuzkoa, País Vasco). Este complejo minero se comenzó a explotar antes de la llegada del Imperio Romano y se mantuvo activo prácticamente hasta 1984, cuando la última empresa minera cesó la actividad. Se han obtenido del mismo plata y plomo (galena argentífera), hierro, zinc, fluorita y blenda. La mina estudiada, donde se hallaron anfípodos troglobios, se localiza en el valle de Arditurri (Oiartzun), en coordenadas ETRS89, UTM30N, de: N 4.793.151; E 597.420; altitud: 194 m snm.

El coto minero de Arditurri está asociado al complejo granítico de Peñas de Aia, rico en minerales, el cual contiene restos de más de 40 minas romanas, con distintos tipos de técnicas de trabajo, como galerías de prospección, de tránsito y de explotación, chimeneas, pozos, planos inclinados e ingeniosos sistemas de drenaje. Las galerías de época romana que quedan suman 3 km pero hay más de 18 km de galerías que fueron ampliadas o retrabajadas en distintas épocas. Los minerales susceptibles de explotación minera que se hallan en la zona son de goethita y siderita para la extracción de hierro, galena para la extracción de plomo y plata, fluorita, blenda y ortosa. En época romana se explotó la galena argentífera. Después se explotó esencialmente el hierro, durante toda la Edad Media. Y en época moderna el plomo, los filones de carbonato de hierro y por último también el zinc.

DESCRIPCIÓN DE LA MINA

La cavidad se desarrolla siguiendo una estructura filoniana de dirección SSW-NNE de 400 m de extensión, similar a otras existentes en el coto minero de Arditurri. Geológicamente se ubica entre las pizarras y grauvacas de la serie Carbonífera de Cinco Villas, muy próximas al contacto con el granito. En ella se trabajó una mineralización de galena argentífera, diseminada en masas de carbonato de hierro (siderita) y de espato flúor, dentro del relleno filoniano. La extracción se realizaba por un sistema de huecos y pilares a partir de pozos y galerías de dirección a varios niveles.

Actualmente la parte accesible de la mina consta de una galería horizontal de entrada, de 2,5 m de diámetro y 42 m de longitud W-E, la cual permite acceder a la parte media de la galería principal, de 20 m de diámetro, que se desarrolla en paralelo a la ladera del monte y al arroyo de Arditurri. Esta galería se extiende 140 m hacia el lado N y 200 m hacia el S, presentando en su recorrido una docena de claraboyas que descienden en rampas pronunciadas, con pilares entre algunas de ellas, para acabar cayendo casi verticales sobre las paredes del lado W de la galería principal. En cambio, contra las paredes del lado opuesto (E) hay varias pozas profundas y zonas inundadas a modo de lagos. En varias de ellas se aprecian bajo el agua pozos verticales que profundizan hacia una red inferior de galerías completamente inundadas. La galería principal es sensiblemente horizontal, con algunas elevaciones en el suelo de hasta 10 m debidas a acumulaciones de bloques y clastos de roca desprendidos. El nivel del agua en las zonas bajas es similar a todo lo largo de la galería y corresponde al nivel freático local. Numerosas filtraciones en las paredes y goteos de bóveda dan lugar a pequeñas circulaciones hídricas en las zonas bajas, pero no se aprecia corriente en las aguas estancadas que inundan las partes sumergidas. En total el desarrollo de la mina supera los 500 m, con un desnivel de +40 m en las claraboyas superiores, y desconociéndose la extensión de galerías en zona inundada.

Las paredes presentan pequeñas estalactitas isotubulares y extensos recubrimientos de delgadas coladas estalagmíticas parietales con numerosos microgours. Muchas coladas poseen colores contrastantes y forman cascadas activas de flujos laminares. Dentro de la mina, en las zonas de alteración u oxidación, la galena predominante se puede alterar a anglesita (sulfato de plomo) o cerusita (carbonato de plomo). La galena expuesta al drenaje ácido de las aguas de infiltración puede también ser oxidada de modo natural a anglesita por bacterias y archaeas, en un proceso similar a la biolixiviación (Da Silva, 2004). El zinc parece encontrarse en la mina en forma de sulfuros de zinc (blenda), carbonatos (smithsonita) y silicatos complejos. La siderita es la fuente principal de los minerales de hierro (goethita y hematita). En las espeleotemas observadas, estudiadas por comparación con muestras de otras minas similares del coto minero de Ollín, las cuales cuentan con analítica fina (Galán, 2017), encontramos los siguientes minerales secundarios: (1) Espeleotemas isotubulares y recubrimientos blanco-opacos de calcita. (2) Coladas rojizas y anaranjadas de oxihidróxidos de hierro (goethita, hematita, limonita). (3) Coladas negro-brillantes de goethita. (4) Coladas multicolores, con microgours, de colores blancos y azulado-violetas, alternando con otros negros y flujos rojizos, compuestos básicamente por hydrozincita mayoritaria o por una combinación de hydrozincita y smithsonita. Los colores blanco-brillantes parecen corresponder a hydrozincita con trazas de zincita. Los colores azulados a una combinación de smithsonita e hydrozincita con trazas mayoritarias de cobre. Los colores rojizos a trazas minoritarias de oxihidróxidos de hierro (principalmente goethita). Las morfologías de las coladas multicolores observadas al MEB sugieren un origen biogénico, mediado por la actividad de bacterias y archaea (Galán, 2017).

Cabe también señalar la existencia en la mina de zonas en penumbra, bajo las claraboyas mayores, y el ingreso a través de ellas de numerosos restos orgánicos vegetales (hojarasca y madera), procedentes del bosque superior, así como la presencia de películas de algas verdes y musgos en las zonas en penumbra. Las aguas subterráneas de la zona inundada tienen una condición léntica (aguas estancadas o quietas, que no fluyen, o sin corriente apreciable) y una gran transparencia. La galería principal tiene una atmósfera de elevada humedad relativa (100%), temperatura ambiente de 12°C y temperatura del agua más baja, de 10°C. Los principales rasgos de la cavidad y sus espeleotemas son ilustrados en las figuras 01 a 17.

BIOLOGÍA SUBTERRÁNEA

La cavidad muestra en sus ambientes terrestres una inusual pobreza faunística, no habiéndose observado durante la salida de prospección invertebrados troglóxenos y troglófilos comunes en cuevas de la región vasca. A simple vista la cavidad da la impresión de ser prácticamente azoica (sólo observamos algunos dípteros en vuelo), aunque posee una alta humedad y contiene diversos restos de hojarasca y madera. En cambio, en la orilla de uno de los estanques profundos observamos fauna acuática, constituida por algunos ejemplares de oligoquetos Lumbricidae, larvas acuáticas de coleóperos troglóxenos Dytiscidae y Haliplidae, y una nutrida población de anfípodos stygobios Niphargidae, con ejemplares de distintas tallas, blancos y carentes de ojos, que llamaron nuestra atención y que motivaron la realización de esta nota. Colectamos con malla de plancton y la ayuda de pinzas entomológicas un total de 11 ejemplares (de 8 a 20 mm de talla), que posteriormente fueron estudiados en laboratorio, resultando pertenecer a la rara especie stygobia *Niphargus cismontanus* Margalef, 1952, de la cual este hallazgo en una mina constituye la tercera localidad conocida a nivel mundial (siendo las otras dos cuevas en caliza). La especie es endémica de Gipuzkoa y pertenece a un género de anfípodos emblemático de las aguas subterráneas en los karsts europeos.



Figura 01. El arroyo de Arditurri en el exterior de la mina y boca de acceso a la cavidad, con musgos en zona de penumbra. Las aguas subterráneas del medio hipógeo intersticial (entre los sedimentos del talweg del arroyo) están en comunicación con la zona inundada de la mina (bajo el nivel freático).



Figura 02. Galería de acceso a la galería principal de la mina, con estalactitas isotubulares de calcita.



Figura 03. La galería principal de la mina presenta claraboyas de +40 m y pilares de roca a lo largo de su trayecto.



Figura 04. Sobre las paredes de la galería principal se han formado delgadas coladas con espeleotemas diversas.



Figura 05. Las coladas estalagmíticas parietales presentan actividad hídrica y poseen colores contrastantes.



Figura 06. Diversidad de coloraciones en las espeleotemas a lo largo de las galerías subterráneas de la mina.



Figura 07. Los componentes principales de las coladas blancas y negras son los minerales hidrozincoita y goethita.



Figura 08. Amplias superficies de las paredes de las galerías están cubiertas de espeleotemas en forma de coladas.



Figura 09. El biotopo de colecta de *Niphargus cismontanus* es la orilla de una poza profunda, con algunos restos de fragmentos vegetales procedentes de la base de las claraboyas. La especie se extiende por toda la zona inundada.



Figura 10. Coladas estalagmíticas parietales, de contrastantes colores, con numerosos microgours.



Figura 11. Detalles de coladas con microgours, formadas esencialmente por hydrozincita, con trazas de otros minerales secundarios, como goethita y smithsonita.



Figura 12. Detalle de coladas con microgours, de distintas coloraciones. Nótese también la ocurrencia de restos vegetales (hojarasca y madera muerta), procedentes de superficie, entre los suelos de bloques.

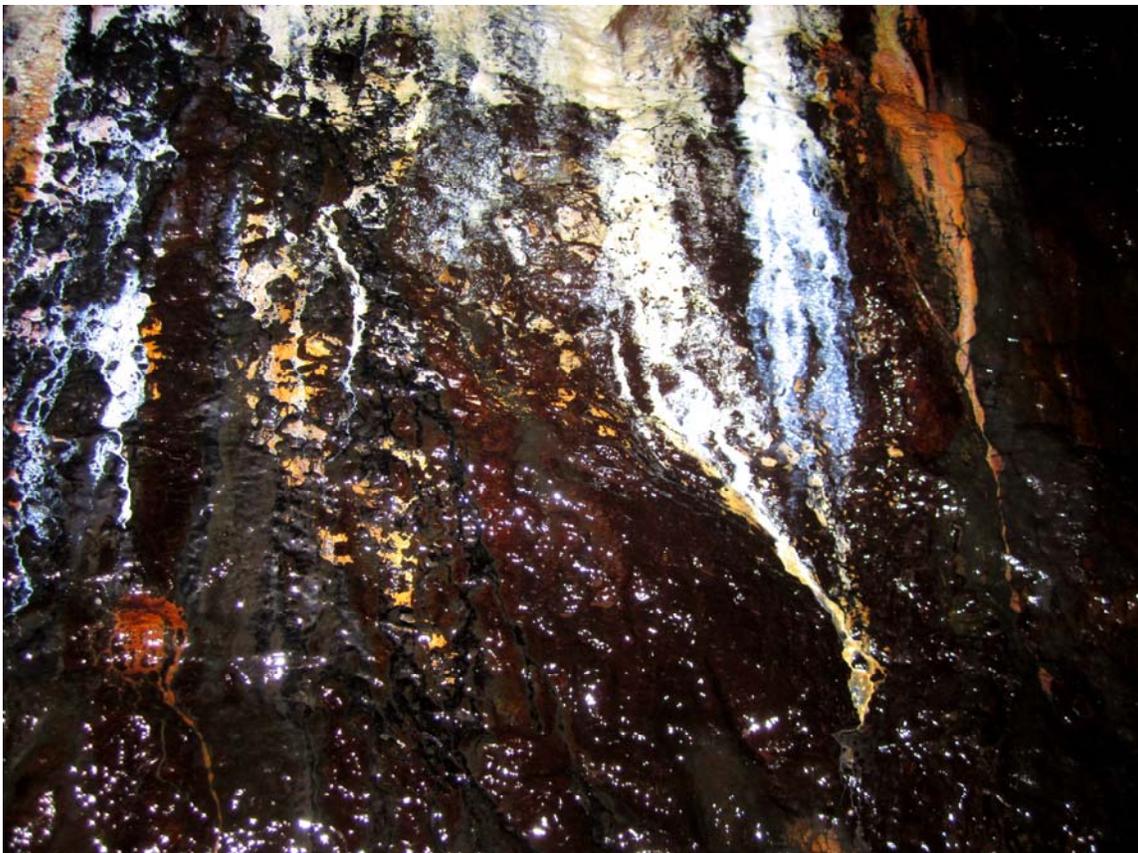


Figura 13. Detalle de espeleotemas de hydrozincita y smithsonita. Las coloraciones azuladas son debidas a trazas de cobre, mientras que los colores amarillentos y rojizos a oxi-hidróxidos de hierro.



Figura 14. Coladas rojizas, anaranjadas y negras de oxi-hidróxidos de hierro (goethita, hematita, limonita) junto a otras de colores blancos y azulado-violetas compuestos básicamente por hydrozincita mayoritaria o por una combinación de hydrozincita y smithsonita, de probable origen biogénico.



Figura 15. Extensas coladas de goethita, hydrozincita y smithsonita, en distintas combinaciones. Su génesis ha sido mediada por la actividad metabólica de bacterias y archaea.



Figura 16. Detalle de espeleotemas de oxi-hidróxidos de hierro, de contrastantes colores. La litología de la roca-caja y la diversidad de minerales secundarios en las espeleotemas sugieren también un alto contenido en metales en las aguas subterráneas habitadas por los *Niphargus*.



Figura 17. La diversidad de minerales y de materiales orgánicos de origen vegetal en las aguas subterráneas hacen de esta mina un hábitat singular, en la que habita una numerosa población de *Niphargus cismontanus* Margalef, 1952.



Figura 18. Muestra de siete ejemplares de *Niphargus cismontanus*, los mayores de 20 mm de talla. También hay un ejemplar de larva acuática de coleóptero Dytiscidae en el ángulo superior izquierdo de la imagen superior (flecha roja). Detalles adicionales de algunos ejemplares en las imágenes inferiores. Los puntos brillantes son reflejos del flash.

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. A diferencia de los isópodos, cuyos apéndices torácicos y abdominales son muy similares, los anfípodos presentan varios grupos de apéndices que difieren en forma y función. Los machos suelen ser algo mayores que las hembras. Los jóvenes abandonan el huevo cuando han adquirido su forma definitiva. Al cabo de unas 10 mudas alcanzan la madurez sexual. 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 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 alternativas. 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 dulceacuático. 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, 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 (*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.

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).

Niphargus cismontanus fue originalmente descrito por Margalef (1952) como *Niphargus ciliatus cismontanus*, aunque ya dicho autor mostraba que las diferencias con los *Niphargus ciliatus* típicos, de localidades francesas, podían tener rango específico. Varias subespecies cavernícolas del género han adquirido posteriormente rango específico, como ha ocurrido en este caso, separándose actualmente *N. ciliatus* Chevreux 1906, distribuido a través de Francia, de *N. cismontanus* Margalef 1952, especie endémica restringida a Gipuzkoa, y así consta en las bases de datos más recientes (Fišer, 2009; Senckenberg, 2020; GBIF, 2019; Universidad de Ljubljana, 2020, web Niphargus).

N. cismontanus Margalef, 1952 posee un cuerpo alargado, poco comprimido lateralmente, sin ojos y depigmentado. Los machos adultos alcanzan 17-20 mm de talla. La especie se asemeja a *N. ciliatus* por tener las espinas del lóbulo externo de las primeras maxilas con un solo diente, espinas dactilares múltiples, urópodos de ramas desiguales, placas coxales algo imbricadas, con el lóbulo anterior de la 5ª poco rebajado, y telson notablemente hendido.

N. cismontanus difiere de *N. ciliatus* por tener el telson algo menos hendido (60% de su longitud), y con espinas externas, que faltan en *ciliatus*; por un mayor número de sedas en el palpo mandibular; por el ángulo de las terceras placas epimerales más acusado, y manos de los gnatópodos relativamente más anchas y con la espina del ángulo más robusta y duplicada.

Otros caracteres distintivos serían: la presencia de espinas en el margen interno de los lóbulos del telson; las espinas apicales del telson más cortas que 2/5 de la longitud de las ramas del mismo telson. Dactilos con 3 a 5 dientes en su margen; pero presencia de solo dos espinas en los dactilos V. Lóbulo externo de la primera maxila con 8 espinas provistas de un diente subterminal; lóbulo interno con 3 sedas. Anténula de 6 mm; flagelo con 22 artejos, el accesorio con 2 artejos, alcanzando la mitad del segundo artejo del flagelo principal. Segunda antena de 3,3 mm; flagelo con 10 artejos.

Los gnatópodos presentan dos espinas desiguales en el ángulo palmar; placas coxales III-IV con 10 a 14 sedas marginales; segmentos I y II del urosoma con una espinita a cada lado. Los 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 (urópodo de un lado más largo que el opuesto). La hendidura del telson es más profunda que la mitad de la longitud del mismo, pero no alcanza su base.

Los ejemplares examinados de la mina prospectada en Arditurri coinciden con las descripciones originales de Margalef (1952, 1970), pero existen leves variaciones en su morfología en función de su talla (o madurez) y entre sexos, siendo las hembras más pequeñas y presentando simplificaciones en algunos caracteres. El contenido del tubo digestivo mostró partículas de arcilla y fragmentos muy pequeños de hojas muertas, probablemente con microorganismos adheridos que son parte esencial de su dieta (Gounot, 1960; Galán, 1993). El biotopo de colecta es la orilla de una poza de agua profunda, con sustrato de clastos de roca, gravas y sedimentos finos. En un área de 2 m² observamos en torno a 50 ejemplares, de entre 8 y 20 mm de talla (incluye juveniles y adultos de ambos sexos), moviéndose activamente en torno al sustrato de fondo, donde probablemente se alimentan de materia orgánica particulada, asociada a la arcilla, restos vegetales y microfauna planctónica. Algunas imágenes en Figura 18.

El hallazgo de *N. cismontanus* en esta mina constituye la tercera localidad conocida -a nivel global- para la especie, la cual contiene una población abundante (mientras que en las simas de Goenaga y Gesaltza se encontraron pocos ejemplares), un hecho a subrayar. Igualmente es de destacar que se trata de aguas subterráneas en una litología inusual: un filón metalífero de siderita y galena argentífera en pizarras de edad Paleozoico.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Dada la biología de las especies del género *Niphargus*, restringido a las aguas subterráneas y cavernas, la hipótesis más probable sugiere que *N. cismontanus* colonizó las aguas de esta mina de Arditurri a partir de un ancestro thalasso-stygobio, habitante de cavidades en el litoral marino, de donde pasó a las aguas continentales del medio intersticial y se especió, remontando luego hacia acuíferos o acuitards en vacíos de rocas compactas de baja permeabilidad, como las pizarras. Estas también podrían incluir redes de vacíos en las pequeñas intercalaciones de caliza metamórfica que presenta la serie. La actividad minera, al perforar galerías en estas rocas, ha incrementado la fracturación, poniendo en comunicación el hábitat freático con las galerías de mina.

La especie muestra un acentuado troglomorfo, siendo un gigante en su grupo, con adaptaciones para desplazarse en vacíos mayores del medio hipógeo. Se trata de una especie relict, perteneciente a una fauna de tipo tropical que habitó en la región durante el Terciario (o tal vez épocas anteriores), colonizó el medio hipógeo y se diferenció en él, sobreviviendo además al glaciario Cuaternario; por lo que se trata de una especie de gran antigüedad filética ("fósil viviente", sensu: Vandel, 1964).

El paso de *N. cismontanus* a los niveles inundados de las galerías de mina pudo iniciarse hace 2.000 años, permaneciendo en el acuífero a medida que se excavaban nuevas galerías, o pudo ser más reciente. Pero el paso a las aguas subterráneas continentales es muchísimo más antiguo, remontándose a al menos varios millones de años antes del presente. Probablemente se remonta al Eoceno final, cuando emergió de las aguas la mayor parte del territorio que hoy conforma el País Vasco.

Otra hipótesis, más incierta pero no descartable, teniendo en cuenta que se trata de un macizo Paleozoico, supondría configurar el paso de una forma marina ancestral a una incipiente red de vacíos en rocas Paleozoicas, previa a la inundación del territorio por los mares Jurásicos y Cretácicos, mientras progresa la apertura del rift Pirenaico. Según la última datación realizada, basada en la edad radiométrica de U-Pb, el emplazamiento del stock de granito se produjo hace 267 Ma, es decir, en el Pérmico. Las condiciones en las que se produjo el emplazamiento fueron en un contexto de esfuerzos extensionales de dirección NE-SW, con una velocidad muy baja de extensión como indica la baja deformación que muestra el plutón (Lago et al, 2004; Denele et al, 2011). Esta edad caracteriza un periodo de transición entre la orogenia Hercínica y el siguiente ciclo Alpino en los Pirineos, con un régimen extensivo que después se generalizó en el Pirineo a lo largo de todo el Mesozoico.

Entre ambos extremos, es factible también la colonización del medio hipógeo en condiciones submarinas en fases intermedias y el paso al agua dulce continental tras la emersión de los ambientes thalassoideos. La diferenciación específica de *N. cismontanus* pudo ocurrir así en el Jurásico o Cretácico, evolucionando la forma stygobia durante los cambios de salinidad y ulteriormente. En fin, son múltiples las posibilidades de cambios evolutivos a lo largo del tiempo geológico. En todo caso, lo que resulta claro es que la fracturación de estas rocas, asociada a las excavaciones mineras, ampliaron el hábitat disponible para la especie, que actualmente se ha extendido a los volúmenes de vacíos inundados en los niveles inferiores de las galerías de mina que perforan los filones metalíferos. Esta red hipógea está obviamente interconectada con el medio hyporrheico y el intersticial de los fondos de valle.

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. cismontanus* representa en este sentido una especie stygobia excepcional, endémica y relict, tal vez el cavernícola más antiguo que pobló el País Vasco, y que sigue viviendo en la actualidad oculto en las aguas subterráneas del macizo Paleozoico de Peñas de Aia.

AGRADECIMIENTOS

A Iñigo Herraiz, Marian Nieto y Egoitz Gabilondo, de la Sociedad de Ciencias Aranzadi (SCA), quienes colaboraron en el trabajo de prospección en la mina. A tres árbitros de Biosphere Consultancies (United Kingdom), Sociedad Venezolana de Espeleología 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.
- Bellés, X. 1987. Fauna cavernícola i intersticial de la península ibérica i les illes balears. Con. Sup. Inv. Cien., Ed.Moll, Mallorca, 207 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.
- Campos, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa. Munibe, S.C.Aranzadi, 31 (1-2): 3-139.
- Chevreaux, E. 1920. Sur quelques Amphipodes nouveaux ou peu connus des cotes de Bretagne. Bull.Soc.Zool.France, 45: 23-28.
- Da Silva, G. 2004. Kinetics and mechanism of the bacterial and ferric sulphate oxidation of galena. Hydrometallurgy. 75: 99.
- Denele, Y.; Paquette, J.L.; Olivier, P. & P. Barbey, P. 2011. Permian granites in the Pyrenees: the Aya pluton (Basque Country). Terra Nova, 00: 1-9.
- 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.
- Fišer, C.; B. Sket; M. Turjak & P. Trontelj. 2009. Public online databases as a tool of collaborative taxonomy: a case study on subterranean amphipods. Zootaxa. 2095: 47–56.
- Galán, C. 1993. Fauna hipógea de Gipuzkoa: su ecología, biogeografía y evolución. Munibe (Cienc.Nat.), S.C.Aranzadi, 45: 1-163.
- 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. 2017. Espeleotemas azules de hydrozincita y smithsonita en antiguas minas de galena argentífera (cuena del río Urumea). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 29 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 geomicrobiológicas y nuevos datos sobre crustáceos stygobios (País Vasco). Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, PDF, 54 pp.
- GBIF Secretariat. 2019. *Niphargus ciliatus* Chevreaux, 1906, in: GBIF Backbone Taxonomy. Dataset <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Gounot, A. 1960. Recherches sur le limon argileux souterrain et sur son role nutritif pour les Niphargus (Amphipodes, Gammarides). Am.Spéléol., 15: 501-526.
- Lago, M.; Arranz, E.; Pocovi, A.; Gale, C. & A. Gil-Imaz. 2004. Permian magmatism and basin dynamics in the southern Pyrenees: a record of the transition from late Variscan transtension to early Alpine extension. In: Permo-Carboniferous Magmatism and Rifting in Europe. Wilson et al. Eds. Geol. Soc. London Spec. Publ., 223, 439.
- Karaman, G. & S. Ruffo. 1986. Amphipoda: Niphargus-group (Niphargidae sensu Bousfield, 1982). Stygofauna mundi, Leiden, 564-566.
- Margalef, R. 1952. La vida en las aguas dulces de los alrededores del Santuario de Aránzazu (Guipúzcoa). Munibe, 4: 73-188.
- Margalef, R. 1970. Anfipodos 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.
- Senckenberg. 2020. Collection Crustacea - ZMB. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/fwghff> accessed via GBIF.org on 2020-07-02.
- Vandel, A. 1964. Biospéologie: La Biologie des Animaux cavernicoles. Ed.Gauthier-Villars, Paris, 619 p.