

**NUEVOS DATOS SOBRE MYCETOZOA CAVERNÍCOLAS (AMOEOBOZOA) EN CUEVAS DE LA SIERRA DE ARALAR Y MACIZO DE OTSABIO.**

New data about cavernicolous Mycetozoa (Amoebozoa) in caves of the Aralar mountain and Otsabio massif.



**Carlos GALÁN**

Sociedad de Ciencias Aranzadi. Laboratorio de Bioespeleología.

E-mail: [cegalham@yahoo.es](mailto:cegalham@yahoo.es)

Mayo 2011

# NUEVOS DATOS SOBRE MYCETOZOA CAVERNÍCOLAS (AMOEBOSOA) EN CUEVAS DE LA SIERRA DE ARALAR Y MACIZO DE OTSABIO.

New data about cavernicolous Mycetozoa (Amoebosoa) in caves of the Aralar mountain and Otsabio massif.

---

**Carlos GALÁN**

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

E-mail: [cegalham@yahoo.es](mailto:cegalham@yahoo.es)

Mayo 2011.

## RESUMEN

En 2010 presentamos el descubrimiento de taxa cavernícolas de Mycetozoa sobre paredes de roca y espeleotemas, en oscuridad total, en diversas cuevas de Gipuzkoa (País Vasco): en calizas y dolomías de edad Jurásico en el valle del río Leizarán (Galán et al, 2010) y en calizas urgonianas de edad Cretácico temprano en los macizos de Aizkorri (Igitegi-Tortuga), Izarraitz (Aixa) y Udalaiz (Montxon koba) (Galán & Nieto, 2010).

Estos protozoos poseen plasmodios hialinos con cuerpos fructíferos de color amarillo-oro los cuales destacan como plaquitas brillantes sobre el sustrato de roca, con la apariencia de depósitos inorgánicos de minerales secundarios, pero en realidad son animales unicelulares (amebas gigantes) que viven sobre un sustrato de alteración alimentándose de bacterias. El grupo como tal no había sido reportado previamente para el ambiente profundo de cuevas y se desconocía que pudieran vivir y reproducirse en oscuridad total en un medio acentuadamente oligotrófico.

En este trabajo presentamos el hallazgo de taxa de Mycetozoa del mismo grupo en cuevas de los karsts de la Sierra de Aralar y Otsabio. Su forma de ocurrencia y morfología son similares a las de los hallazgos previos, tratándose de un conjunto de especies relacionadas de Mycetozoa cavernícolas nuevos para la Ciencia. Se comenta y discute las características de estos nuevos hallazgos de protozoos en cuevas.

*Palabras clave:* Bioespeleología, microbiología, ecología, karst, cuevas, espeleotemas, microorganismos, Mycetozoa, amebas gigantes.

## ABSTRACT

In 2010 we presented the discovery of cavernicolous taxa of Mycetozoa on rock walls and speleothems, in absolute darkness, in some caves of Gipuzkoa (Basque Country): in limestone and dolomite of Jurassic age in the Leizaran River valley (Galán et al, 2010) and in urgonian limestone of early Cretacic age in the massifs of Aizkorri (Igitegi-Tortuga), Izarraitz (Aixa) and Udalaiz (Montxon cave) (Galán & Nieto, 2010).

These protista have hyaline plasmodiums with fructiferous bodies yellow-gold coloured with outstanding little shining plaques on the rock substrate, with the aspect of inorganic deposits of secondary minerals, but actually they are unicellular animals (giant amoebas) that live upon an alteration substrate, eating bacteria. The group itself hasn't been reported previously from the deep-cave environment and it's unknown that they might live and breed in the dark in a pronounced oligotrophic environment.

In this work we present the finding of Mycetozoa taxa of the same group in the caves of the Aralar and Otsabio mountain karsts. Their way of occurrence and morphology are similar to those of previous findings, turning out an ensemble of related new species for the Science of cavernicolous Mycetozoa. We comment and discuss the characteristics of these new findings of protozoans in caverns.

*Key words:* Biospeleology, microbiology, ecology, karst, caves, speleothems, micro-organisms, Mycetozoa, giant amoebas.

## INTRODUCCION

En 2010 describimos el hallazgo de recubrimientos orgánicos de taxa cavernícolas de Mycetozoa en una cueva del valle del río Leizarán (Galán et al, 2010). La roca-caja en que se desarrolla esta cavidad es una caliza dolomítica rica en hierro y sulfuros de edad Jurásico (Lías). Pensamos preliminarmente que la litología era un factor importante para explicar la presencia de Mycetozoa, cuyos plasmodios se encuentran sobre sustratos de roca y estalagmíticos, en oscuridad total, alimentándose de bacterias quimiolitótropas y subproductos de su metabolismo.

Investigaciones más extensas en otras cuevas del territorio de Gipuzkoa permitieron sucesivos hallazgos de nuevos taxa de Mycetozoa en cuevas en calizas urgonianas (de edad Cretácico temprano), en los macizos de Aizkorri (sistema Igitegi-Tortuga), Izarraitz (cueva de Aixa) y Udalaiz (Montxon koba) (Galán & Nieto, 2010).

Posteriormente a estos trabajos hemos hallado nuevos ejemplos en cuevas en los macizos de Otsabio y Aralar, tanto en calizas de edad Jurásico como Cretácico, y cuyas características y modo de ocurrencia son similares a los de anteriores hallazgos. Los recubrimientos orgánicos de Mycetozoa se dan sobre paredes y bóvedas de la roca-caja y sobre espeleotemas, principalmente coladas y mantos estalagmíticos. Un examen atento muestra que las superficies cubiertas por los plasmodios de Mycetozoa presentan diversos grados de alteración, algunos de ellos similares a los que ocurren durante la formación de moonmilk.

Cabe destacar que, al igual que en los casos anteriores en otros karsts, los recubrimientos en las cuevas dan la impresión a simple vista de tratarse de pequeñas motas o eflorescencias, amarillas y brillantes, de minerales secundarios. Es sólo a través de su observación al microscopio que se detecta su carácter orgánico.

## MATERIAL Y METODOS

Durante prospecciones bioespeleológicas efectuadas entre 2009 y 2010 en Aralar y Otsabio, se tomaron diversas fotografías de espeleotemas y recubrimientos orgánicos. Su posterior estudio condujo en 2011 a tomar muestras de roca en algunas de las cuevas que poseían los recubrimientos más llamativos, las cuales fueron examinadas en laboratorio con microscopio binocular estereoscópico Nikon, con magnificaciones de hasta 200 aumentos. En los trabajos de campo se contó con la colaboración de Marian Nieto, Iñigo Herraiz, Carolina Vera Martin, Aize García, Olatz Zubizarreta, José M. Rivas, Daniel Arrieta, Piero Di Bartolomeo y Lucía Jiménez. Las fotos digitales fueron tomadas con cámaras Nikon de 6 megapixels de resolución. En las distintas cavidades muestreadas fueron tomados datos hidrogeológicos y climáticos complementarios.

## RESULTADOS

Los recubrimientos orgánicos de Mycetozoa (protozoos Amoebozoa) están constituidos por plasmodios hialinos con cuerpos fructíferos de vivos colores, los cuales, a la luz de las lámparas Led's, brillan en la oscuridad de las cuevas como pequeñas motas amarillas, de tonalidades metálicas doradas, con un llamativo efecto estético. Se presentan sobre pequeñas superficies en paredes, bóvedas y sobre coladas estalagmíticas, a veces en agregados bastante densos. En las fotografías digitales tomadas en las cuevas el destello del flash da muchos reflejos blancos y plateados, pero en las cuevas destacan por sus tonos amarillo-dorados.

Su aspecto aparente es sólido e inicialmente pensamos que podría tratarse de espeleotemas. Pero al examinar las muestras se aprecia que los recubrimientos son delicados, frágiles y disgregables, y se disponen a modo de películas sobre una interfase de alteración, húmeda y blanda, lo que sugiere un carácter orgánico, el cual se constata claramente al observarlos al microscopio.

Cabe destacar que no existían reportes previos de Mycetozoa para cuevas de la península ibérica, salvo los de los trabajos previos reseñados (Galán et al, 2010; Galán & Nieto, 2010), y que igualmente Mycetozoa es un grupo que cuenta con escasos reportes en cuevas a nivel mundial, donde faltan en ambientes oligotróficos en oscuridad total en la zona profunda. De igual modo se desconocía que este grupo de amebas completara su ciclo de vida y se reprodujera en el interior de las cuevas, ya que su habitat normal es en superficie, sobre materia orgánica, en bosques templado-húmedos.

En el presente trabajo describimos los ejemplos de Mycetozoa hallados y el contexto ecológico en que se encuentran, ilustrándolo con fotografías. A la vez, son discutidas sus probables relaciones con otros micro-organismos y con procesos de alteración de la roca y espeleotemas en el interior de las cuevas.

## CAVIDADES REPORTADAS CON OCURENCIAS DE MYCETOZOA CAVERNICOLAS

En el macizo de Otsabio fueron obtenidos ejemplos en dos cavidades en diferentes litologías. La primera de ellas (Urkita 2) se localiza en la parte alta del monte Urkita o Pagota (852 m snm), sobre el flanco que da al valle del Araxes, a 200 m al S de la cumbre, en caliza compacta Urgoniana, de edad Cretácico temprano (Aptiense - Albiense). La segunda (Meru 4) se localiza en el alto valle de Meru, afluente del río Orexa, en el flanco S del monte Ulizar, y se desarrolla en caliza arenosa de edad Jurásico indiferenciado, probablemente post-Dogger. Las coordenadas UTM de ambas cavidades son las siguientes:

- Urkita 2: N 4.769.050; E 581.820; altitud: 650 m snm.
- Meru 4: N 4.770.100; E 583.050; altitud: 470 m snm.

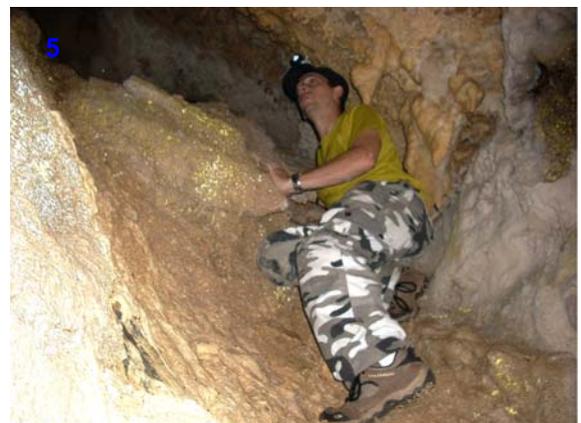
Ambas cavidades se encuentran en territorio navarro, a escasa distancia de la muga Gipuzkoa - Navarra, la primera de ellas en el término municipal de Gorriti y la segunda en el de Areso, pero forman parte del extenso karst de Otsabio (Galán et al, 2005), el cual comprende 28 km<sup>2</sup> de afloramientos de rocas carbonáticas del Jurásico y Cretácico temprano, con su mayor extensión en el territorio de Gipuzkoa. Datos generales sobre este macizo y sus cuevas han sido presentados en Galán et al (2005).

La cueva Urkita 2 abre su boca en un nicho o abrigo colgado en una pared vertical, que presenta un puente de roca. Puede accederse sin cuerda escalando en libre un tramo de +8 m. El abrigo de entrada, techado, posee en el piso un arrastradero en ángulo, de 50 cm de diámetro, el cual desemboca en una sala ascendente de +6 m de desnivel. El suelo es un pavimento estalagmítico de tipo moonmilk y sobre las bóvedas y paredes hay grandes estalactitas excéntricas de 1-2 cm de grosor. En la cavidad encontramos ejemplares hibernantes de *Rhinolophus hipposideros* y sobre las coladas hay restos dispersos de guano. El desarrollo total es de 15 m y el desnivel de +6 m. Los plasmodios de Mycetozoa se localizan tras pasar la gatera, en zona de oscuridad total, sobre paredes de roca y coladas estalagmíticas (Figuras 1 a 3). La temperatura ambiente es de 9,5°C y la humedad de saturación.

La cueva Meru 4 se localiza a 70 m por encima del fondo del valle, en la base de un abrupto espolón de caliza al lado de una canal que forma más abajo una amplia cascajera o canchal. El flanco es de muy fuerte inclinación y el acceso hasta el sitio requiere el uso de cuerda. La boca tiene 80 cm de diámetro. Un arrastradero en ángulo, de 4 m de largo, da paso a una sala más espaciosa, con varios nichos con espeleotemas. El suelo, en declive hacia el interior, se prolonga en dos simas estrechas, de -5 m, que terminan obstruidas por colapso entre bloques. El desarrollo total es de 20 m y el desnivel de -7 m. Los ejemplos de Mycetozoa se localizan como en el caso anterior tras pasar la gatera, en las bóvedas y paredes de la primera sala, muy decorada por espeleotemas y recubrimientos de moonmilk (Figura 4). La temperatura ambiente es de 10°C y la humedad relativa del 100%.



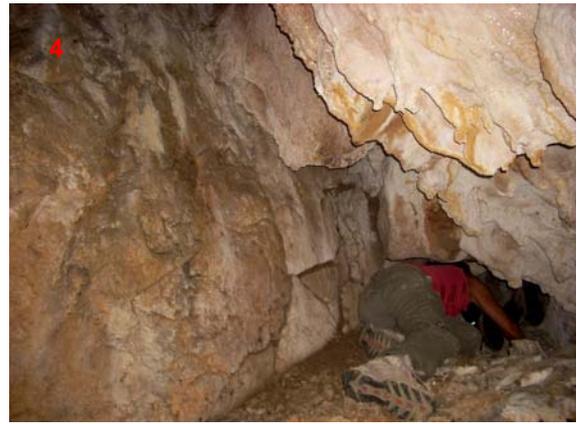
**Figura 1.** En la parte alta del flanco Sur del monte Urkita o Pagota se localiza la cueva de Urkita 2. Para acceder hasta ella hay que remontar un abupto flanco de roca, prácticamente desprovisto de vegetación, y escalar un tramo vertical de 8 m.



**Figura 2.** La cueva de Urkita 2 consta de un abrigo techado inicial (1), del cual parte una pequeña galería-arrastradero (2), la cual conduce a una sala interna en oscuridad total donde aparecen los primeros recubrimientos amarillos de Mycetozoa sobre las bóvedas (3), junto a estalactitas excéntricas (4). La continuación interna de la cueva es ascendente, siguiendo la estratificación, y presenta suelos estalagmíticos con una consistencia plástica (tipo moonmilk), sobre los cuales crecen recubrimientos adicionales de Mycetozoa (5).



**Figura 3.** Delgados recubrimientos orgánicos de Mycetozoa sobre coladas en la cueva de Urkita 2. Los plasmodios hialinos son casi inapreciables a simple vista, destacando los tonos amarillos de los cuerpos fructíferos (1). Nótese la presencia de partículas de guano de quirópteros, al lado. Otros ejemplos de recubrimientos dispersos de Mycetozoa (2 á 4) sobre suelos, paredes y bóvedas, algunos de ellos al lado de grandes excéntricas (5).



**Figura 4.** El alto valle de Meru es recorrido por un arroyo intermitente, con coladas de travertino recubiertas de musgo (1). Remontando desde el fondo del valle las cascajas del lado Norte (2) se accede a un abrupto flanco, con espolones de roca. El ascenso hacia la cueva de Meru 4 presenta tramos subverticales que pueden escalarse con ayuda de cuerda (3). Tras pasar una pequeña galería-gatera en ángulo (4) se accede a una sala tapizada de espeleotemas (5), en cuyas bóvedas hay recubrimientos orgánicos de Mycetozoa, amarillos y blancos.



**Figura 5.** La boca de acceso de Akaitz txiki 1, en invierno. Sus galerías internas están profusamente tapizadas de espeleotemas.



**Figura 6.** Tras pasar la zona de entrada, la cueva Akaitz txiki 1 presenta delgados films orgánicos de Mycetozoa, de varios taxa relacionados, predominantemente de color amarillo-oro, pero también algunos blancos. En zonas donde alternan paredes de roca de colores ocre con espeleotemas, los recubrimientos orgánicos son más conspicuos y contrastantes sobre las superficies de roca, las cuales muestran interfases de alteración o consistencias plásticas de tipo moonmilk.

En la Sierra de Aralar, obtuvimos reportes confirmados de Mycetozoa en otras dos cavidades, localizadas en la unidad Urgoniano Sur (Etxeberria et al, 1980), la cual alberga el sistema kárstico de Ormazarreta - Aia iturrieta (Galán, 1989), cuya cabecera se sitúa en Navarra y su mayor extensión en Gipuzkoa, el cual constituye el sistema hidrogeológico más extenso de la sierra y de Gipuzkoa, con más de 150 cavidades estudiadas y circulaciones hídricas subterráneas de 10,6 km de extensión y 870 m de desnivel. La cavidad más importante de este karst, desarrollado en la primera barra de caliza compacta Urgoniana (de edad Cretácico temprano), es la sima de Ormazarreta 2 - Larretxiki ko leizea, de -576 m de desnivel y 7 km de desarrollo, la cual alberga el colector principal de la unidad: el río subterráneo de Ormazarreta. Las cavidades que reportamos son fósiles y están situadas en el monte Akaitz txiki, en territorio de Gipuzkoa (término municipal: Enirio Aralar). Las coordenadas UTM de ambas cavidades son las siguientes:

- Akaitz txikiko kobeia 1 (Nº CEG 416): N 4.759.240; E 573.570; altitud: 825 m snm.

- Akaitz txikiko kobeia 2 (Nº CEG 423): N 4.759.325; E 573.935; altitud: 860 m snm.

Ambas cavidades son fósiles, de desarrollo subhorizontal, y presentan una gran cantidad y diversidad de espeleotemas. Akaitz txiki 1 posee una boca de 4 m de ancho por 2 m de alto. Tras una sala inicial, de 10 m de largo, una estrecha gatera da paso a una amplia galería fósil de 115 m de desarrollo. A mitad de su recorrido se amplía formando una sala con un lago de 8 m de largo, especie de gigantesco gours donde se acumula agua de infiltración local. Su parte final es una galería progresivamente estrecha que termina en una grieta impracticable. En la cueva predominan las coladas y pavimentos estalagmíticos, con numerosos gours, estalactitas y columnas. El desarrollo total es de 125 m y el desnivel de -10 m. Los ejemplos de Mycetozoa se localizan tras pasar la primera gatera, en zona oscura, sobre las bóvedas y paredes de la primera parte de la galería amplia, a entre 15 y 70 m de distancia a la boca. Los recubrimientos se presentan sobre paredes de roca con espeleotemas y moonmilk (Figuras 5 á 8). La temperatura ambiente es de 8,7°C y la humedad relativa del 100%.

Akaitz txiki 2 es también una cueva fósil, con un desarrollo total de 350 m y -12 m de desnivel. Su boca, de 2 m de ancho por 4 m de alto, da paso a una galería descendente que luego se torna amplia y subhorizontal sobre largos trayectos. En su recorrido hay que cruzar tres lagos (extensos pero poco profundos) para alcanzar una sala terminal de 45 m de diámetro. Diversas pequeñas prolongaciones acaban obstruidas por espeleotemas. Como en el caso anterior son abundantes los suelos estalagmíticos con gours, estalactitas y columnas. Los recubrimientos orgánicos de Mycetozoa se presentan en la primera parte de la cueva, en zona oscura, a entre 40 y 120 m de distancia a la boca. Generalmente sobre bóvedas y paredes de roca en la vecindad de espeleotemas esponjosas de tipo moonmilk (Figuras 9 -10 y 13-15). La temperatura es de 8,5°C y la humedad de saturación.

En los cuatro casos citados los Mycetozoa habitan en áreas de ambiente isotérmico y oscuridad total, tras pasar la zona inicial de fluctuación climática. En estas zonas, por su proximidad a la boca y desplazamiento de masas de aire, es frecuente la presencia de fenómenos de sobresaturación y condensación de agua sobre las paredes de roca.

## NOTAS BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS

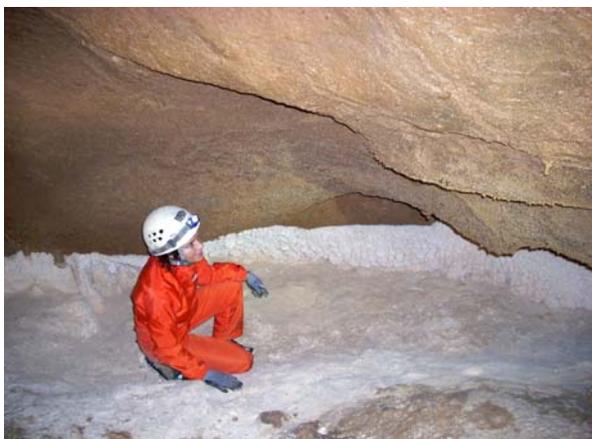
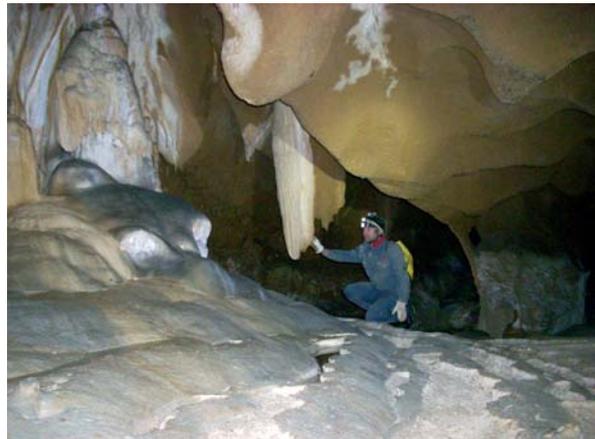
Las muestras de las cuatro cuevas son morfológicamente muy similares. Los plasmodios unicelulares llegan a cubrir más de 1 m<sup>2</sup> de superficie sobre paredes y espeleotemas, y sobre el terreno son poco discernibles, ya que forman una especie de film transparente, mucilaginoso e hialino, de menos de 0,5 mm de espesor, por lo que se confunde con el sustrato. Lo que destaca en campo son los cuerpos fructíferos, de color amarillo-oro, que forman eflorescencias o aglomeraciones de pequeñas motas las cuales brillan a la luz de las lámparas con llamativos efectos estéticos, cual el brillo de las estrellas en el firmamento nocturno.

Las muestras, vistas al microscopio, son muy similares a las del primer reporte de la cueva del Leizarán (Galán et al, 2010). Las masas plasmodiales presentan un aspecto mucilaginoso, húmedo y gelatinoso, con estructuras festoneadas, lobuladas y tubulares, aunque carentes de paredes celulares (Figura 11). Sobre ellas destacan los cuerpos fructíferos, como borlas amarillas decoradas por finos capilicios de ultraestructura nanométrica (Figura 12: ejemplo comparativo, de la cueva del Leizarán).

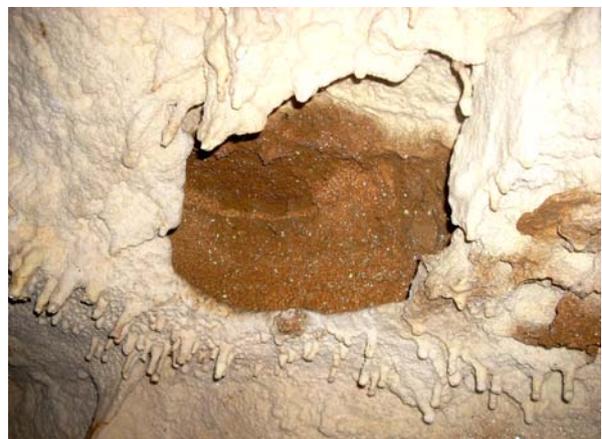
La realización de visitas a las cuevas en distintas épocas del año, permite afirmar que la mayor profusión de estructuras fructíferas se presenta a lo largo de la primavera y primera parte del verano, que en el País Vasco corresponde a épocas de mayores precipitaciones y alta humedad en los ambientes subterráneos. Pero su presencia y fructificación, aunque en menor cuantía, se presenta a todo lo largo del ciclo anual, incluyendo épocas otoñales e invernales más secas en superficie.

En las cavidades reportadas de Aralar, la superficie sobre las cuevas posee cobertura de hayedo sobre lapiaz. Mientras que en el caso de Otsabio las cavidades están en zonas de roca expuesta, prácticamente carente de cobertura vegetal, y en el caso de Urkita 2 se trata de una cavidad colgada en un flanco de roca desnuda subvertical. Aunque en ambos casos hay relativamente cerca bosques de hayas o de encinas. Así que las cavidades no se localizan en continuidad con suelos de bosque espesos, sino en áreas donde aflora la caliza con lapiaz. Todo ello sugiere que no se trata de taxa de Mycetozoa frecuentes en superficie, que emigren estacionalmente buscando la humedad de las cuevas, sino de taxa de hábitos hipógeos, que se mantienen de modo indefinido en las cuevas completando todo su ciclo de vida en el interior de las mismas, por lo que ecológicamente pueden ser considerados formas troglóbias.

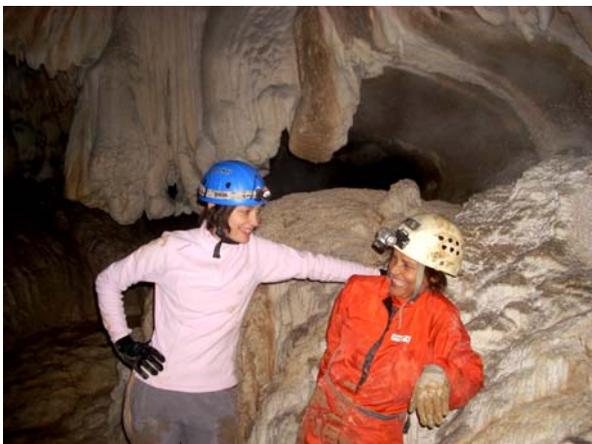
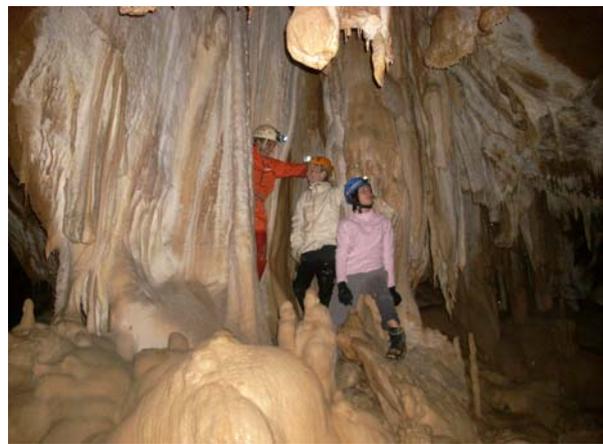
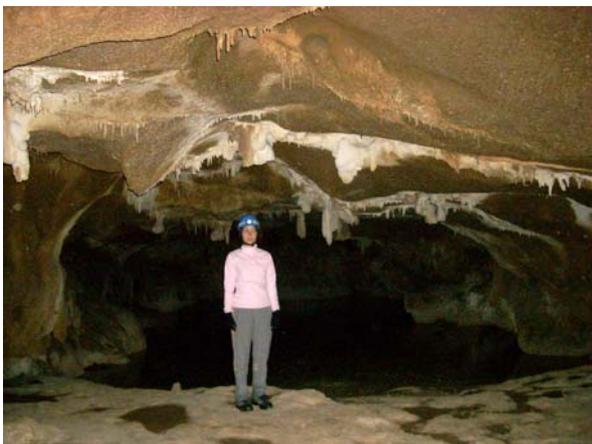
La sistemática de los Mycetozoa es relativamente compleja y los taxa reportados parecen corresponder al orden Trichiida, aunque algunos ejemplos poseen también rasgos propios del orden Physarida. En la literatura del grupo no hemos hallado ejemplos de especies parecidas, por lo que su posición taxonómica resulta incierta, y probablemente constituyen un grupo de especies relacionadas, de la misma familia, que de modo preliminar nos inclinamos a incluir en Trichiida. Su ajustada identificación y



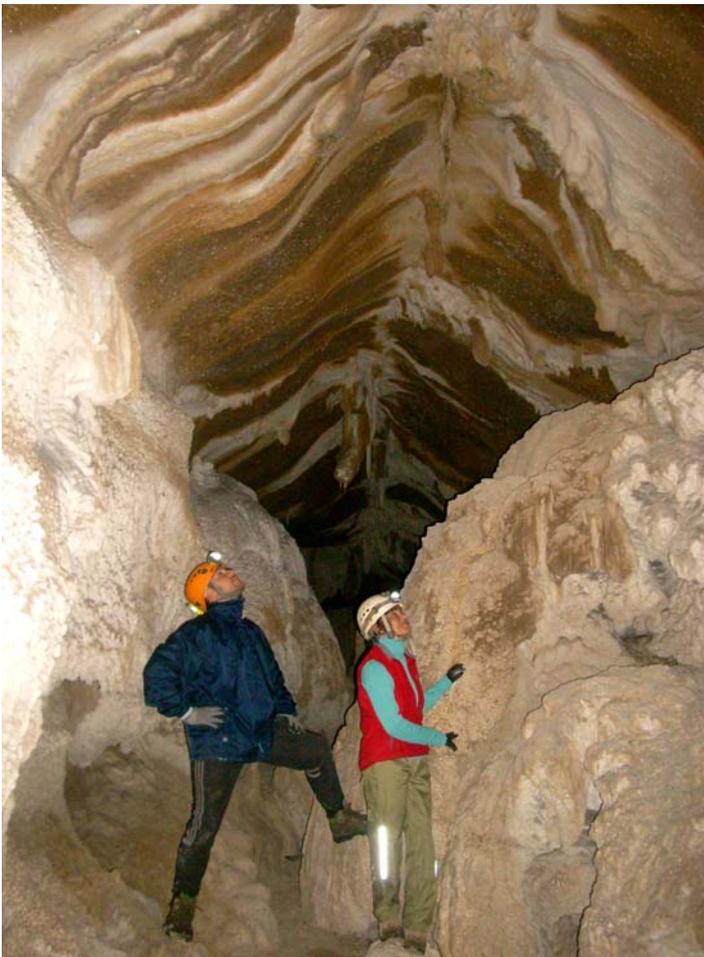
**Figura 7.** Akaitz txiki 1 es una cavidad hidrológicamente inactiva (= fósil), con una gran diversidad de espeleotemas. Predominan las coladas y suelos estalagmíticos, con numerosos gours, junto a diversos tipos de estalactitas, columnas, formas excéntricas, formas subacuáticas y recubrimientos de moonmilk. En la fila inferior puede verse formas subacuáticas en la parte habitualmente sumergida de un largo estanque o río de flujo lento y pavimentos estalagmíticos con gours, junto a delicadas estalactitas isotubulares y de caudal. Los Mycetozaa son más abundantes en la primera mitad de la cueva.



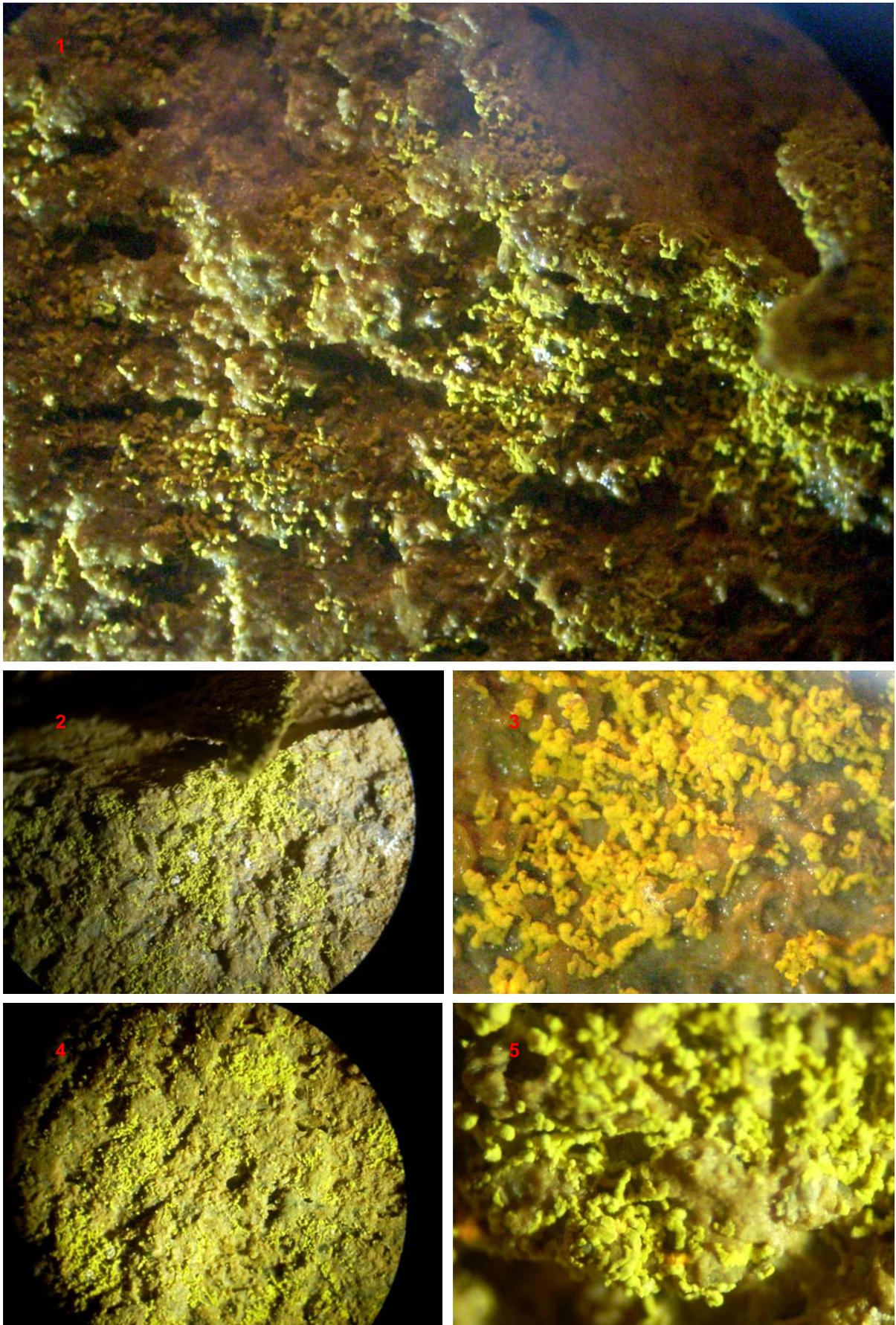
**Figura 8.** Cueva Akaitz txiki 1. Los recubrimientos de Mycetozoa se encuentran en paredes ocre de roca, bóvedas (incluso hasta gran altura) y nichos que destacan por presentar interfases de alteración bajo los plasmodios. Los recubrimientos de espeleotemas en su vecindad pueden tener la consistencia plástica del moonmilk.



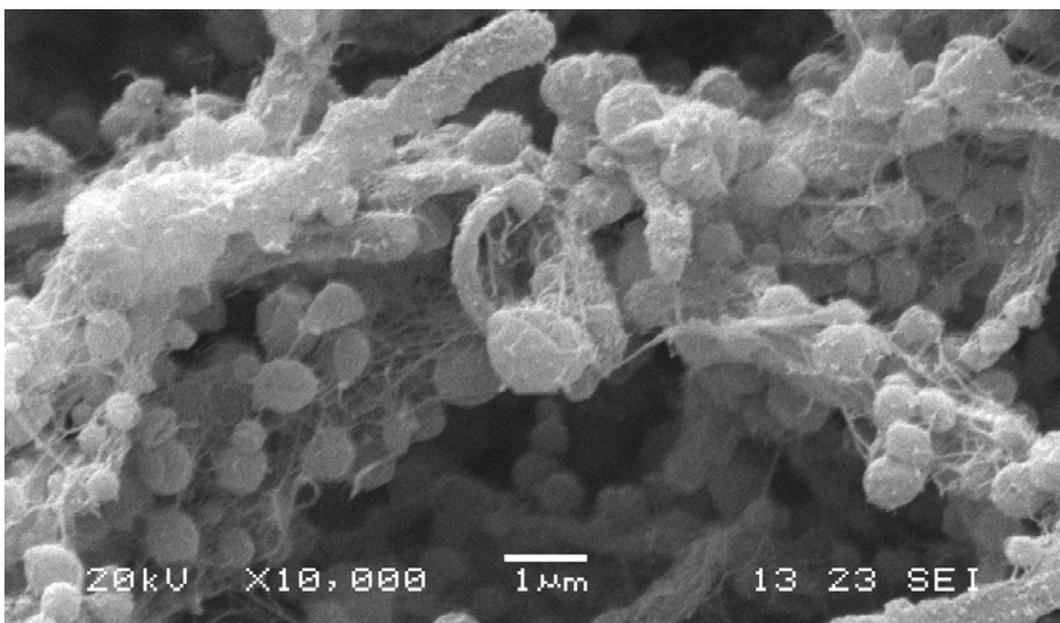
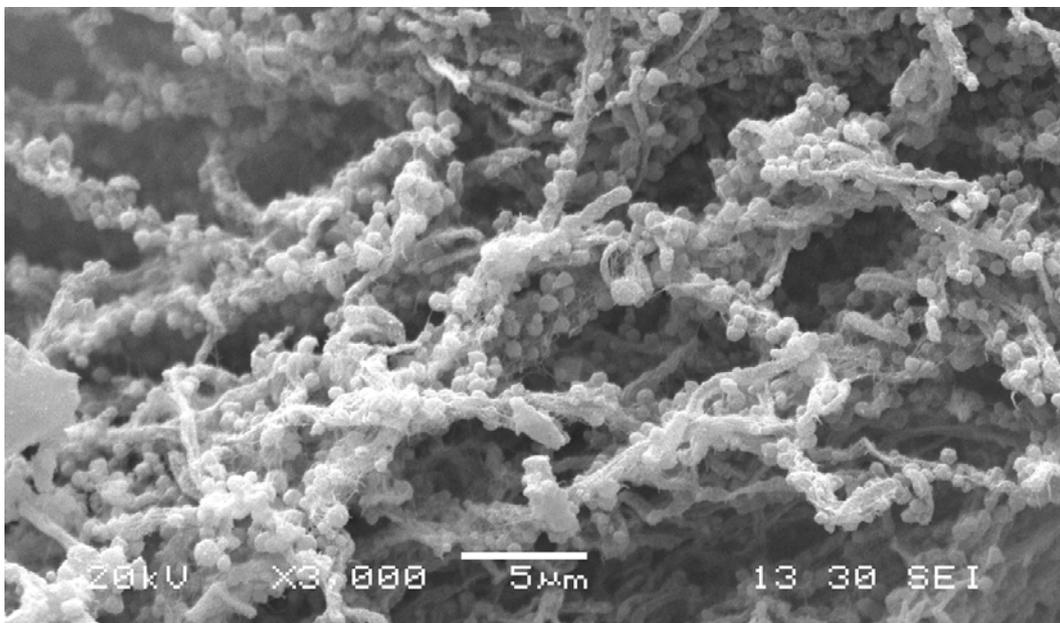
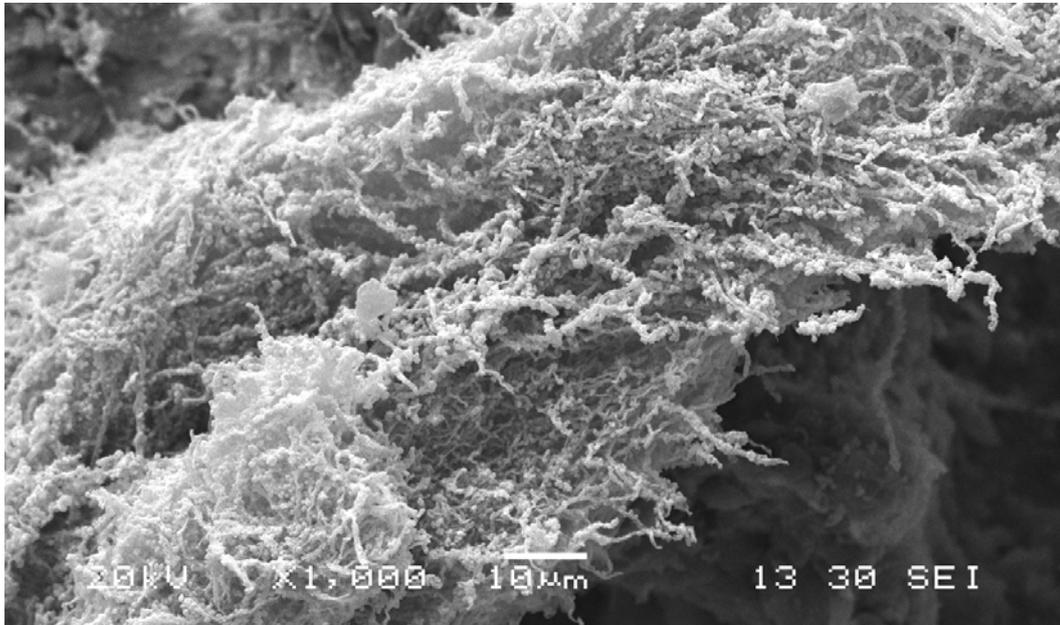
**Figura 9.** Akaitz txiki 2 es una cueva fósil, con gran diversidad de espeleotemas y alterna tres lagos a lo largo de su galería principal. La presencia de Mycetoza es apreciable en la primera mitad de la cueva, especialmente sobre las paredes ocreas no cubiertas por espeleotemas entre la boca y el primer lago. Aunque menos visibles, también hay Mycetoza sobre las coladas y superficies estalagmíticas.



**Figura 10.** Los recubrimientos de Mycetoza en Akaitz txiki 2 destacan más sobre las zonas ocre, aunque también se encuentran sobre coladas blandas y esponjosas, de tipo moonmilk. Ello sugiere la ocurrencia de procesos de alteración de la roca-caja y formación de espeleotemas de moonmilk por intervención o mediación de bacterias quimiolitótrofas, sobre las cuales predan los Mycetoza.



**Figura 11.** Imágenes al microscopio binocular de plasmodios con cuerpos fructíferos amarillos de Mycetozoa. Ejemplos de: Akaitz txiki 2 (imagen 1), Meru 2 (imagen 2), Urkita 4 (imagen 3), y Akaitz txiki 1 (imágenes 4 y 5). Magnificaciones de 40 á 200 aumentos. Nótese el aspecto hialino de los plasmodios y la presencia de algunos cuerpos fructíferos blancos.



**Figura 12.** Imágenes al microscopio electrónico de barrido (SEM) de cuerpos fructíferos de Mycetozoa de la cueva del Leizarán (Galán et al, 2010), de morfología macroscópica similar a los del presente estudio. Puede apreciarse su compleja ultraestructura, con filamentos de tamaño nanométrico.

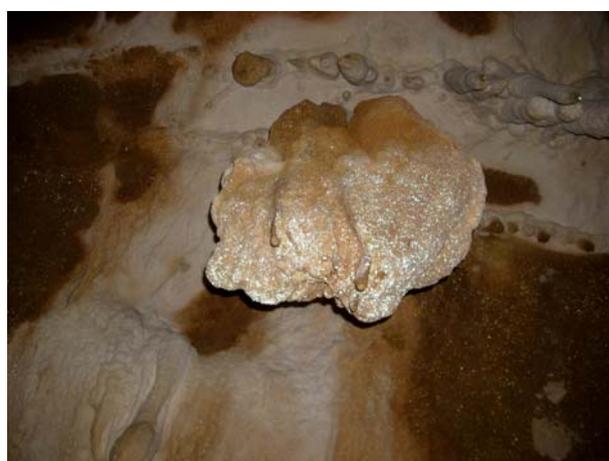
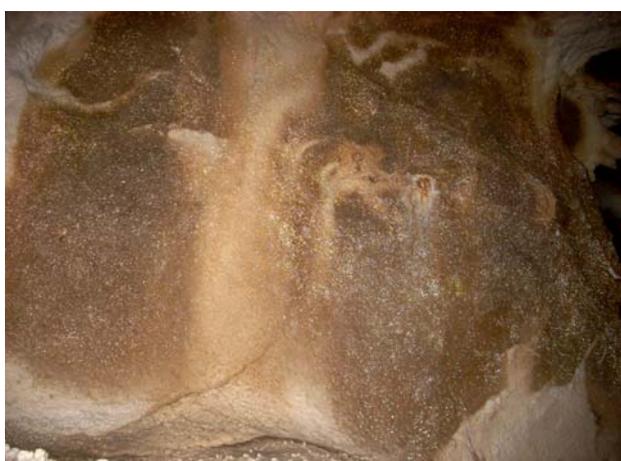
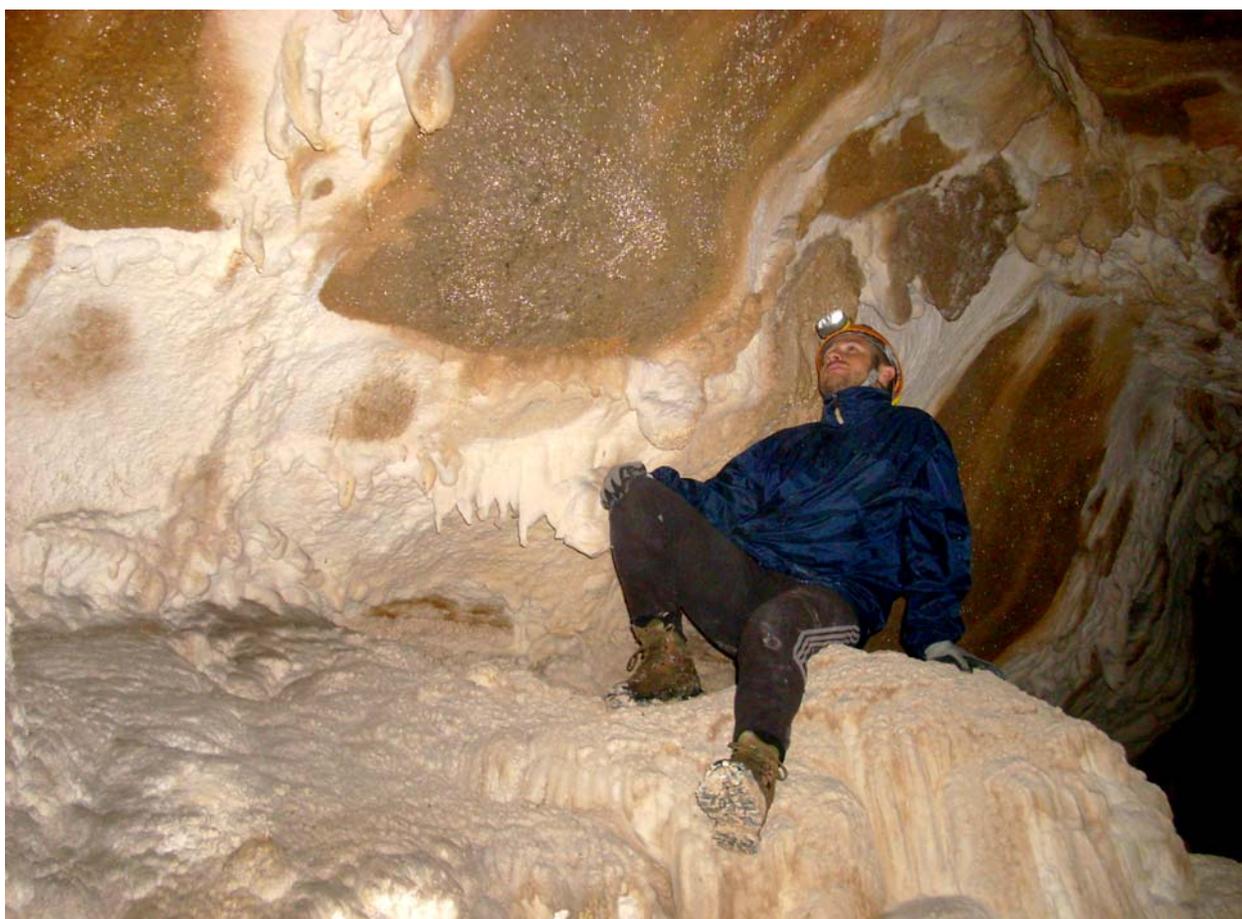
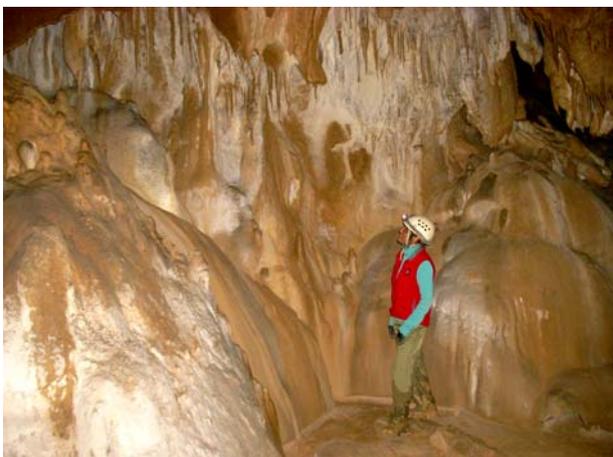


Figura 13. Otros aspectos de ocurrencias de recubrimientos orgánicos de Mycetoza en la cueva Akaitz txiki 2.



**Figura 14.** Los recubrimientos de Mycetozaa en Akaitz txiki 2 se presentan en zonas con predominio de espeleotemas esponjosos de tipo moonmilk, mientras que en la zona más profunda de la cavidad, con coladas cristalinas compactas, están ausentes.

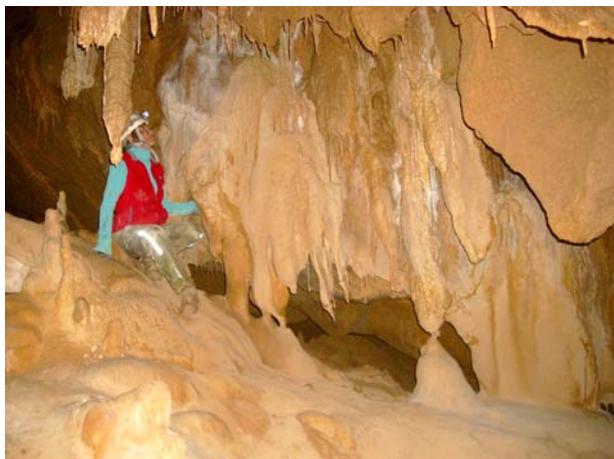


Figura 15. Recubrimientos de Mycetozoa (imagen superior) y diversidad de espeleotemas en Akaitz txiki 2 (Sierra de Aralar).

adecuada descripción requiere sin duda un estudio especializado por expertos en este grupo de protozoos. Los Mycetozoa hallados incluyen también, como en el caso del Leizarán, algunos ejemplos de formas con cuerpos fructíferos de color blanco.

Los sustratos sobre los que se encuentran, examinados en detalle, muestran interfases de alteración similares a las reportadas de la cueva de Igitegi-Tortuga (Galán & Nieto, 2010) y generalmente en la vecindad inmediata hay recubrimientos inorgánicos de espeleotemas de tipo moonmilk. Suponemos que sobre estos sustratos habitan colonias de bacterias quimiolitótrofas que producen la alteración y que sobre ellos predan los taxa de Mycetozoa. Ya que este grupo de amebas se alimenta por fagocitosis de microorganismos como bacterias u otros unicelulares. Es también probable que subproductos de la actividad metabólica de los propios Mycetozoa contribuyan a los procesos de alteración de la roca-caja caliza o de las espeleotemas de calcita. En este sentido está también abierto el terreno para realizar estudios geomicrobiológicos más detallados. En la presente nota nos limitamos a presentar (e ilustrar con fotografías) los rasgos más significativos que es posible apreciar de los taxa hallados de Mycetozoa.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los datos presentados muestran que Mycetozoa es un grupo bien representado entre la fauna cavernícola de Gipuzkoa. Con al menos varios especies que completan su ciclo de vida en oscuridad total en el ambiente profundo de cuevas.

Su modo de ocurrencia y su aspecto de eflorescencias o films inorgánicos han hecho que su estudio pasase desapercibido. De hecho el grupo como tal no ha sido mencionado en revisiones de obras clásicas y modernas (Vandel, 1965; Olive & Stoianovitch, 1975; Ginet & Decú, 1977; Culver, 1982; Galán, 1993; Juberthie & Decú, 1994-2001). Los raros casos citados de cuevas corresponden a zonas de penumbra en las bocas o bajo claraboyas, sobre suelos orgánicos, guano, carcazas o semillas (Hoffman et al, 1986; Nieves-Rivera, 2003; Reeves et al, 2000; Northup & Lavoie, 2001; Northup et al, 2000). En adición a nuestros reportes previos para Gipuzkoa en zona oscura (Galán et al, 2010; Galán & Nieto, 2010). En consecuencia, muy probablemente se trata de especies nuevas de Mycetozoa cavernícolas, cuyo ciclo biológico y modo de ocurrencia resultan inhabituales, ya que los plasmodios de Mycetozoa se encuentran en zona de oscuridad total, creciendo y fructificando sobre espeleotemas y paredes expuestas de roca, donde el contenido orgánico es excepcionalmente bajo (ambiente marcadamente oligotrófico).

Es a la vez probable que, tras estos trabajos, se encuentren otros ejemplos en cuevas de la región vasco-cantábrica. Ya que todo indica que Mycetozoa constituye un grupo ampliamente extendido en las cuevas de Gipuzkoa. La presente nota, sin constituir un estudio microbiológico detallado, solo pretende aportar algunos datos generales sobre la ocurrencia de especies de este grupo en cuevas, sus características y el contexto en que se presentan.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos aquellos integrantes y colaboradores de la Sociedad de Ciencias Aranzadi que han aportado su ayuda en la realización de las prospecciones en cuevas que sustentan este trabajo. De modo especial a: Marian Nieto, Iñigo Herraiz, José M. Rivas, Daniel Arrieta, Carolina Vera Martin, Aize García, Olatz Zubizarreta, Piero Di Bartolomeo y Lucía Jiménez.

## BIBLIOGRAFIA

- Culver, D.C. 1982. Cave life. Evolution and ecology. Harvard University Press. Cambridge. 190 pp.
- Etxeberria, F.; J. Astigarraga; C. Galán & R. Zubiria. 1980. Estudio de zonas kársticas de Guipúzcoa: el Urgoniano Sur de la Sierra de Aralar. Munibe, S.C.Aranzadi, 32(3-4): 207-256.
- Galán, C. 1989. Estudio hidrogeológico del sistema kárstico de Ormazarreta (Sierra de Aralar). Príncipe de Viana (Supl.Ciencias), Gob. Navarra, Dpto. Educación y Cultura, IX (9): 5-42.
- Galán, C. 1993. Fauna hipógea de Gipuzkoa: su ecología, biogeografía y evolución. Munibe (Cienc.Nat.), S.C.Aranzadi, 45: 1-163.
- Galán, C.; R. Zubiria & M. Nieto. 2005. Las simas de Leizegazto y el karst de Otsabio: Estudio hidrogeológico y espeleológico del macizo de Otsabio (Valle del Araxes, Gipuzkoa-Navarra). Pág. web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 48 pp. + Reeditado en Pág. web Cota0.com.
- Galán, C. & M. Nieto. 2010. Mycetozoa: curiosas formas de vida en cuevas de Gipuzkoa. Nuevos hallazgos en caliza Urgoniana en los karsts de Aizkorri (Igitigi), Izarraitz (Aixa), y Udalaiz (Montxon koba). Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 33 pp.
- Galán, C., Nieto, M. & C. Vera Martin. 2010. Recubrimientos de microorganismos (Mycetozoa) y espeleotemas en una cueva en caliza Jurásica de la cuenca del río Leizarán (Gipuzkoa, País Vasco). Pag web aranzadi-science.org, Archivo PDF, 26 pp.
- Ginet, R. & V. Decú. 1977. Initiation á la biologie et á l'écologie souterrain. Ed.Delarge, Paris, 345 p.
- Hoffman, A., Palacios-Vargas, J. & J. Morales-Malacara. 1986. Manual de biospeleología (con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, México). México, D.F., Universidad Nacional de México.
- Juberthie C. & V. Decú (editors). 1994-2001. Encyclopaedia Biospeologica. Vol. 1, 1994; Vol. 2, 1998; Vol. 3, 2001. Moulis and Bucharest: Société de Biospéologie.
- Nieves-Rivera, A.M. 2003. Mycological Survey of Río Camuy Caves Park, Puerto Rico. Journal of Cave and Karst Studies, 65 (1): 23-28.
- Northup, D.E. & K.H. Lavoie. 2001. Geomicrobiology of caves: a review. Geomicrobiology Journal, 18(3): 199-222.
- Northup, D.E., Dahm, C.N., Melim, L.A., Spilde, M.N., Crossey, L.J., Lavoie, K.H., Mallory, L.M., Boston, P.J., Cunningham, K.I. & S.M. Barns. 2000. Evidence for geomicrobiological interactions in Guadalupe caves. Journal of Cave and Karst Studies, 62: 80-90.
- Olive, L.S. & C. Stoianovitch. 1975. The Mycetozoans. New York: Academic Press.
- Reeves, W.K., Jensen, J.B. & J.C. Ozier. 2000. New faunal and fungal records from caves in Georgia, USA. Journal of Caves and Karst Studies, 62: 169-179.
- Vandel, A. 1965. Biospeleology: The Biology of Cavernicolous Animals. Pergamon Press, Oxford, 524 p.