

El medio subterráneo: Adaptaciones de los invertebrados terrestres

Emilio Carabajal Márquez¹, José García Carrillo² & Fabriciano Rodríguez Fernández³

¹ c/.Alcalde Garrido Juaristi 15, 5° C; Edif. Los Alamos; 28030 MADRID.

² c/.Portalegre 104, 2° B; 28019 MADRID.

³ c/.San Andrés 10, 2° G; 28220 Majadahonda, MADRID

Introducción.

A pesar de ser una ciencia centenaria en nuestro país (la primera descripción de coleópteros cavernícolas de España fue realizada en 1861), la biospeleología sigue siendo una gran desconocida fuera de ciertos ámbitos especializados, muy a pesar de las numerosas publicaciones realizadas en estos últimos cien años.

Sin duda alguna este desconocimiento viene dado por el difícil acceso de muchas cuevas, que requiere el conocimiento de las técnicas de descenso y ascenso a simas, la posesión de un material costoso, etc.¹; también a la dificultad de obtener muestras de fauna cavernícola, debido sobre todo a su escasez y a la necesidad de aplicar nuevas técnicas de recolección y muestreo.

No obstante, una vez superados estos problemas técnicos y al adentrarnos en el estudio de la fauna que alberga el medio subterráneo, nos encontraremos ante un campo amplio y apasionante en el que aún queda mucho por hacer. Esperamos que esta breve aproximación al estudio de este medio y de los seres que lo habitan, sirva para su mejor conocimiento y para comprender su complejidad.

El Medio Subterráneo.

En la actualidad se tiene una visión amplia del medio subterráneo y se considera que: 'toda cavidad, cualquiera que sea su tamaño (cueva, túnel de lava, red de fisuras, microespacios de los derrumbes de ladera en los valles, los rellenos de tipo intersticial, coladas volcánicas, cavidades artificiales) es un hábitat potencial para las especies subterráneas terrestres, dulceacuícolas o marinas, si ella contiene fuentes alimentarias, y si presenta las características del clima subterráneo: ausencia de luz y fotoperíodo, amplitud anual de temperatura moderada, cadenas tróficas cortas, con detritívoros dominantes, y humedad relativa próxima a la saturación en su componente terrestre' (C. Juberthie et V. Decu, 1994), en consecuencia, la cueva no es más que una pequeña parte del ecosistema subterráneo, que es la constituida por cavidades y galerías de grandes dimensiones, a las que por su tamaño pueda acceder el hombre.

¹ Recomendamos a quien quiera iniciarse en la práctica de la espeleología que se acerque a algún club o grupo donde le podrán informar sobre los cursos de iniciación que periódicamente se imparten, ya que no podemos olvidar que se trata de una actividad que conlleva ciertos riesgos.

Delimitación del medio subterráneo terrestre (fig.1)

Han sido varios los intentos de clasificación de los diferentes elementos que integran el medio subterráneo:

-Racovitza (1907) fue el primero que tomó en consideración el medio subterráneo en toda su extensión; éste estaría compuesto por:

* Cuevas accesibles al hombre.

* Grietas y fisuras inaccesibles al hombre.

* Las capas freáticas: de circulación de aguas subterráneas.

* El medio hipogeo: los animales que viven en la tierra y se alimentan de detritus vegetales, así como sus depredadores.

* Las microcavernas: construidas o excavadas por animales (topos, hormigas, lombrices, etc.)

* Cavernas artificiales: minas, túneles, y otras cavidades construidas por el hombre.

-Otros autores han considerado que el tamaño de las cavidades es un factor especialmente importante para definir los diferentes hábitats subterráneos; Howwart (1983) incluye la siguiente clasificación:

* Macro-cavernas (cavidades mayores de 20 cm.): donde se desenvuelven los grandes vertebrados.

* Mesocavernas (de 0,1 a 20 cm.): con un microclima favorable a los artrópodos cavernícolas.

* Microcavernas (menores de 0,1 cm.): pequeña para los artrópodos cavernícolas, y donde se desarrollarían algunas de sus fases larvarias.

Una de las últimas y más importantes aportaciones, que se debe incorporar a estas clasificaciones, ha sido el descubrimiento por parte de un equipo de investigadores franceses del Medio Subterráneo Superficial (M.S.S.), formado por la ruptura y fragmentación de la roca madre por diversos factores físicos y químicos. Los escombros se acumulan en las pendientes dando lugar a los depósitos coluviales, que el paso del tiempo recubre de humus y posteriormente de un suelo de acumulación, que aísla del exterior los microespacios de la escombrera, en los que se dan las condiciones climáticas y ambientales del medio subterráneo (Juberthie, Belay et Bouillon, 1980).

El M.S.S. se presenta de dos modos diferentes:

-Los microespacios intercomunicados en los derrumbes de ladera o al pie de las fallas.

-Las fisuras en la zona superficial de la roca madre.

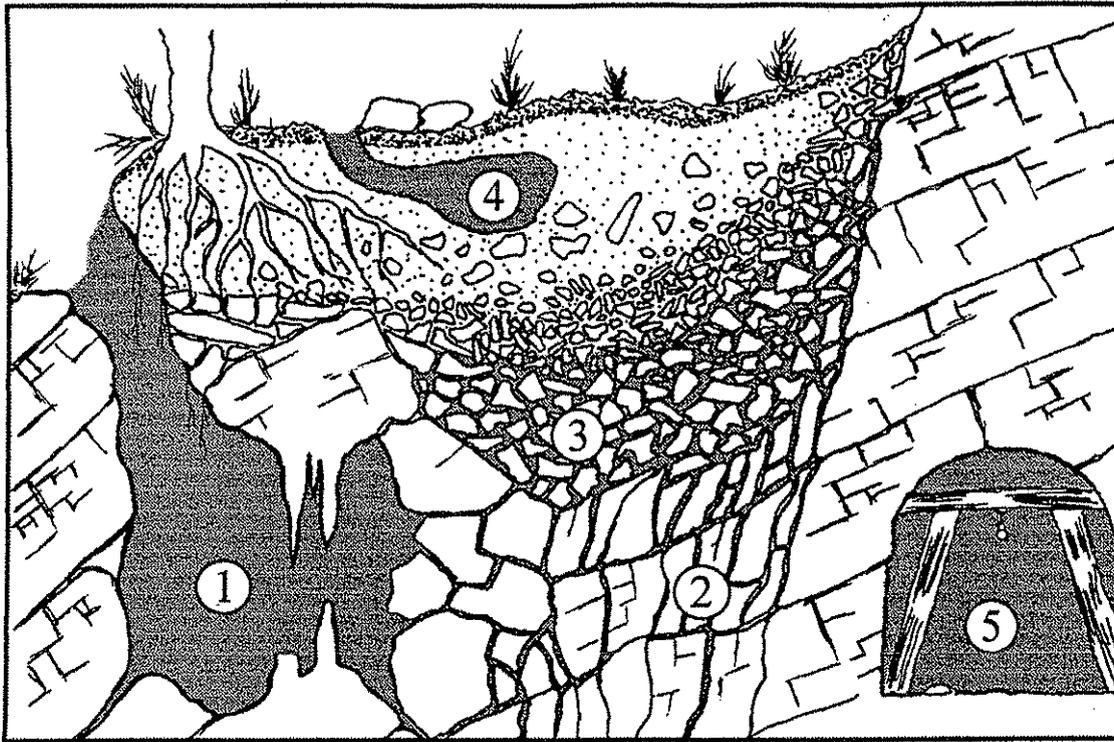


Fig. 1: Extensión del Medio Subterráneo Terrestre: 1) cuevas accesibles al hombre. 2) grietas y fisuras inaccesibles al hombre. 3) M.S.S. (microespacios no colmatados). 4) microcaverna (madriguera). 5) caverna artificial (mina).

El descubrimiento del M.S.S. amplió notablemente los límites y la extensión del medio subterráneo, ya que confirmó la existencia de fauna troglobia en todas las zonas donde la roca, cualquiera que sea su naturaleza petrográfica (calcárea, esquistos, granito, gneis, etc.) se fisure o se rompa llegando a formar escombros con espacios intercomunicados, y contribuyó a explicar el desplazamiento y propagación de las especies bajo tierra.

Este medio se diferencia fundamentalmente del endógeo por su porosidad y el tamaño de los espacios vacíos, que en el M.S.S. alcanzan desde 1 mm a 10 cm.

Animales que viven en el medio subterráneo

La siguiente clasificación propuesta por Schiner en 1854 y modificada posteriormente por Racovitza (1907), es la más generalmente aceptada; se debe tener en cuenta que debido a la heterogeneidad y diversidad de las poblaciones cavernícolas, ninguna clasificación podrá delimitar satisfactoriamente las diferentes categorías bionómicas, ya que existen formas de transición de unas a otras, y por otra parte, se desconoce el ciclo vital de muchos de los animales que se incluyen.

-**Troglobios:** Se denomina de este modo a los verdaderos 'cavernícolas' cuyo ciclo vital se desarrolla exclusivamente en este medio; son los que presentan un mayor grado de adaptación y de modificaciones anatómicas, fisiológicas y de comportamiento.

-**Troglófilos:** Habitan constantemente el dominio subterráneo y desarrollan su ciclo vital dentro de las cavidades, aunque también pueden ser encontrados en el exterior. Sus modificaciones son mucho menos

notorias que las de los troglóbios.

-**Trogloxenos:** Aquellos animales que se encuentran accidentalmente o de modo regular en las cuevas, habitualmente en las entradas, atraídos por la humedad o la alimentación pero que no son capaces de reproducirse en él. No presentan ningún tipo de carácter o modificación adaptativa.

En realidad, para incorporar en uno u otro grupo a los distintos seres que se encuentran en este medio no siempre se ha podido tener en cuenta el ciclo vital de las especies, debido a la falta de conocimientos antes aludida, y se ha optado por considerar el grado de *troglobización* alcanzado para asignarlo a una u otra categoría, dándose la circunstancia de que existen cavernícolas estrictos sin modificaciones especiales, junto a troglófilos mucho más modificados.

Finalmente debe seguirse el criterio de estudiar el ciclo vital de la especie comprobando si es exclusivamente cavernícola y si existen poblaciones epígeas (en el exterior).

Factores que condicionan la vida en el medio subterráneo terrestre

Existen varios factores que influyen en el medio subterráneo terrestre y condicionan fuertemente tanto el tipo de animales que pueblan este medio como las adaptaciones que sufren las especies para adaptarse a él:

-**Oscuridad:** Total en las zonas profundas del dominio subterráneo, y que impide la fotosíntesis de las plantas verdes, lo que condiciona la cadena trófica de seres carnívoros y saprófagos, con alguna excepción (C. Juberthie et V. Decu, 1994) referida a ciertos fitófagos descubiertos recientemente y que

completan su ciclo vital en los túneles de lava en las Islas Hawaii, alimentándose de las raíces de determinados árboles.

-Ausencia de fotoperíodo: Ligado a la ausencia de luz, con el resultado de la pérdida del 'reloj biológico' que controla en los seres vivos su ritmo de actividad, en los troglobios más avanzados (C. Juberthie et V. Decu, 1994).

-Temperatura constante: Como regla general, la temperatura de las cavernas es aproximadamente la media anual de la temperatura exterior de la región, aunque esto puede variar en pequeña medida debido a la existencia de ríos subterráneos y a otros factores locales (vientos, proximidad al mar, orientación de la ladera, etc.).

-Humedad relativa próxima a la saturación.

-Existencia de zonas localizadas atmosféricas o acuáticas con bajos niveles de oxígeno, que permiten vivir en ellas exclusivamente a seres con una tasa metabólica muy baja.

-Valores de CO₂ cercanos a los del aire exterior o un poco más elevados, que alcanzan valores que llegan a ser muy elevados en algunas cavidades con una fauna troglobia rica.

Los recursos alimenticios en los karst, se basan habitualmente en materias orgánicas, restos vegetales, cadáveres en descomposición que las aguas de infiltración arrastran hacia el interior de las cavidades. Sin embargo estas fuentes no son constantes y no están repartidas de modo homogéneo, ni espacial ni temporalmente.

Origen de la fauna cavernícola

En la actualidad nadie cuestiona que la fauna cavernícola provenga de especies animales cuyo hábitat natural primitivo incorpore algunas de las características ecológicas del medio subterráneo, fundamentalmente humedad y temperatura (fig. 2). Para los cavernícolas terrestres el suelo y su fauna constituye un ecosistema próximo y limítrofe (Galán, 1993), del cual han evolucionado diversos cavernícolas.

En este punto se hace necesario comentar que existiendo numerosos grupos zoológicos en estos hábitats, sin embargo no todos ellos tienen representación cavernícola, lo que viene a indicar que ciertas líneas están biológicamente preadaptadas a la vida cavernícola, mientras que otras no.

Así, el origen de la fauna cavernícola bien podría encontrarse en los siguientes hábitats:

-Muscícola: Durante el Plioceno el musgo debió ocupar inmensas extensiones de terreno, constituyendo un sistema ecológico constantemente húmedo; son numerosos los troglobios con este origen (Arácnidos, Miriápodos, Coleópteros Bathysciinae) (Jeannel, 1943). Los representantes muscícolas actuales de estos últimos son despigmentados y en muchos casos sin trazas de ojos.

-Endógeo: Se encuentra habitado por invertebrados que provienen de zonas de bosque y viven entre los intersticios o excavan galerías en el terreno. Muchos de ellos son despigmentados y han

sufrido alteraciones oculares. Se encuentran ejemplos de estados transicionales como los *Duvalius* (Col., Carabidae). El medio endógeo es constantemente húmedo y constituye una excelente vía de penetración en etapas de sequía y a través de las grietas y fisuras del terreno hacia el M.S.S. y el medio cavernícola.

-Humícola: Las acumulaciones de hojas muertas en los grandes bosques montañosos forman un medio húmedo y de temperatura estable a determinado nivel de profundidad; durante el Pleistoceno y el Plioceno estos bosques fríos cubrían una importantísima extensión de Europa y América del Norte y encerraban una rica fauna de cavernícolas en potencia. Los espesos bosques tropicales actuales forman un medio húmedo con temperaturas comprendidas entre los 10 y 15°C; en ellos se encuentran algunas especies con caracteres de cavernícolas (Vandel, 1964).

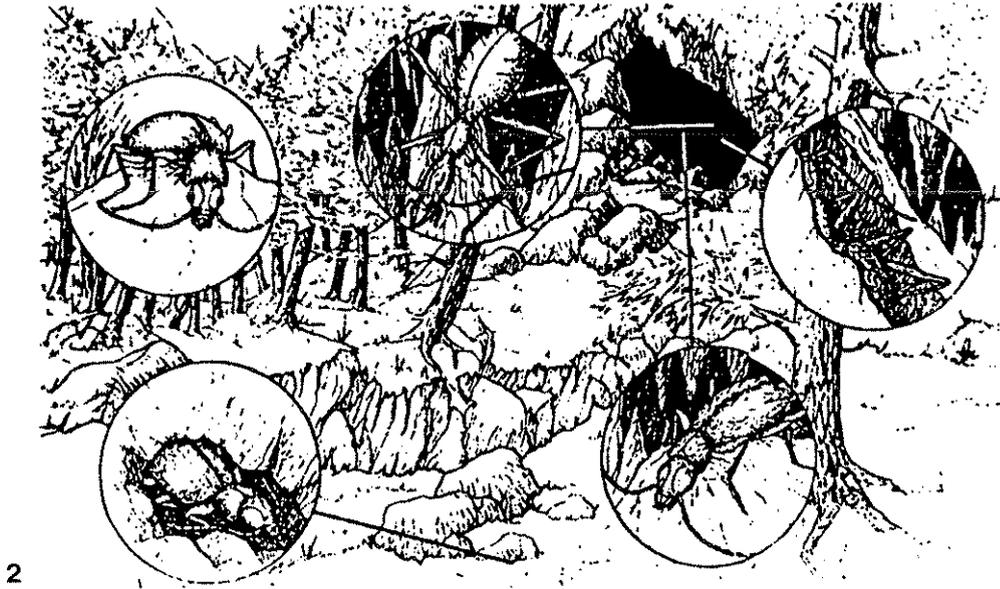
-Nivícola: Los bordes y el fondo de los neveros que persisten en alta montaña son un medio húmedo y frío, muy parecido al de las cavernas, que habría servido de hábitat preparatorio a determinados cavernícolas.

Ahora bien, la cuestión estriba en conocer la causa de la introducción de estos grupos, ya previamente predispuestos a la troglobización, en el medio subterráneo. Hay quien ha visto una única causa en los grandes cambios geológicos y climáticos, que forzarían a determinados grupos a realizar una 'emigración vertical' hacia ambientes que les resultarían más favorables, a fin de evitar su desaparición (R. Ginet et V. Decu, 1977); posteriormente Bellés (1987) sugiere que la búsqueda de un hábitat-refugio puede no ser la única causa de acceder al medio subterráneo; para algunos elementos pudo tratarse simplemente de la posibilidad de ampliar su nicho ecológico, de ocupar un espacio vacío que se encontraba sin colonizar; la presencia de formas cavernícolas altamente especializadas en zonas que no han sufrido cambios climáticos severos, como el caso de las Islas Canarias, parece probar la existencia de esta forma de introducción.

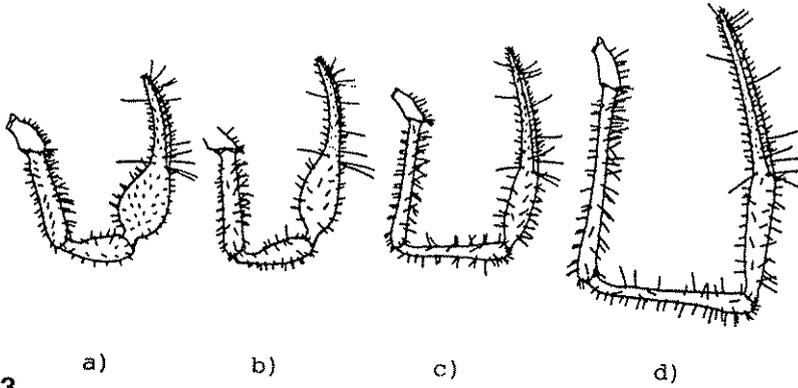
Características de los troglobios

Según hace notar Racovitza (1907) 'la única cosa que tienen en común los seres que viven en el dominio subterráneo es su hábitat; la fauna cavernícola es, en efecto, una mezcla absolutamente heterogénea de formas muy diferentes, por el origen, por sus aptitudes hereditarias, por el grado de organización, por la época de inmigración a las cavernas; como consecuencia, se debe esperar encontrar una diversidad y no una uniformidad de acción'.

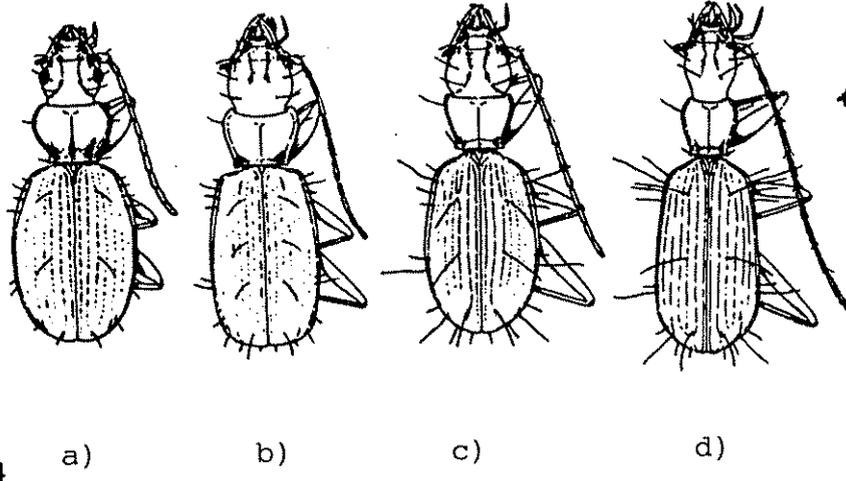
Sin embargo, sí que se dan una serie de tendencias generales (convergencia) y de adaptaciones al medio ambiente (adaptaciones predictivas) que han servido para establecer el grado de 'troglobización' en los cavernícolas (figs. 3, 4 y 5). No obstante, hay que tener presente que no se ha comprobado cuanta de esta aparente evolución convergente es común a la fauna subterránea (A. I. Camacho y C. Puch, 1995).



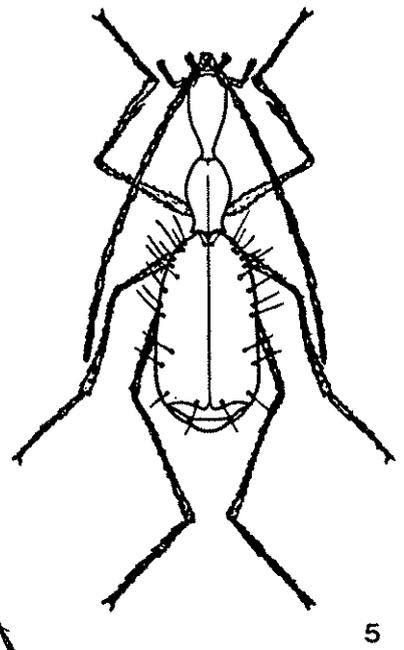
2



3



4



5

Fig. 2: Coleópteros Carabidae habitantes de tres diferentes hábitats cavernícolas, forestal y lapidícola.
 Fig. 3: Pedipalpo derecho de diferentes pseudoscorpiones cavernícolas, presentando un progresivo grado de troglomorfización: a) *Neobisium (s.str.) praecipuum*. b) *N.(s.str.) cavernarum*. c) *N. (Blothrus) tenuipalpe*. d) *N. (Blothrus) jeanneli*.
 Fig. 4: Diferentes grados de troglomorfización dentro de coleópteros pertenecientes al mismo género: a) *Duvalius (s.str.) exaratus*. b) *D. (Neodualius) petraeus*. c) *D. (s.str.) krueperi*. d) *D. (Trechopsis) iblis*.
 Fig. 5: *Ildobates neboti* Esp., uno de los coleópteros cavernícolas más evolucionados de la Península Ibérica.

A) Anatómicas:

-Reducción o atrofia ocular: La mayor parte de los troglobios poseen ojos en regresión o los han perdido completamente; sin embargo se encuentran todos los grados posibles entre los dos extremos, desde animales sin trazas de ojos hasta aquellos que, siendo estrictamente cavernícolas, tienen ojos funcionales, como los lucícolas. Por otra parte, esta característica no es privativa de los cavernícolas; entre los invertebrados se encuentran muchos otros ejemplos de especies sin ojos.

-Despigmentación: En la ausencia de pigmentos en los troglobios intervienen varios factores: la formación de pigmentos es controlada bioquímicamente por enzimas y hormonas, y en parte su síntesis se ve influida por la ausencia de luz; a su vez, la despigmentación está asociada a la reducción de la cutícula y a la pérdida de estructuras tegumentarias; por último, Howarth (1983) sugiere que los artrópodos terrestres que viven en medios muy húmedos incrementan la permeabilidad de los tegumentos, con la consiguiente pérdida de pigmentación.

-Alargamiento de los apéndices: Que se asocia a una mayor capacidad de desplazamiento y eficacia en la búsqueda de alimentos o de presas.

-Gigantismo: Examinando series evolutivas homogéneas, es decir grupos de especies cavernícolas que manifiestamente tengan el mismo origen, es fácil constatar que las más evolucionadas, con su forma general más modificada, son siempre las de talla mayor (Jeannel, 1943).

B) Fisiológicas:

-Tegumentos permeables al agua: La mayoría de los troglobios requieren una elevada humedad para vivir; una de sus modificaciones es la pérdida de la epicutícula, capa exterior formada por una película monomolecular de cera y que hace impermeables al agua los tegumentos de los artrópodos terrestres (Galán, 1993).

-Falta de ciclo reproductivo en una estación determinada, aunque sí puede existir en algunas especies un ciclo reproductivo en correspondencia con los ciclos hídricos.

-Ausencia de letargo estacional: La temperatura estable de las cavidades durante todo el año hace innecesario el letargo, estival o invernal, al que se ven sometidas las especies epigeas.

C) Etológicas:

-Ritmo de actividad no ligado a un fotoperíodo, por la falta de luz.

-Comportamiento cíclico ligado a las variaciones de la actividad hídrica, por el incremento de los caudales subterráneos como resultado de la fusión de las nieves en primavera (Jeannel, 1943).

-Fuerte aplicación de los recursos energéticos en la actividad locomotriz, al menos en algunos grupos, ligada a la búsqueda de alimento o de presas.

D) Adaptativas:

No se ha podido comprobar cuánta convergencia es debida a la herencia (es decir, que ya eran caracteres de su línea filogenética) y cuánta se debe a una adaptación real al medio, ya que en muchos casos las líneas de origen han desaparecido.

-Fototropismo negativo: Los troglobios rehuyen la luz en lugar de sentirse atraídos por ella. Se trata de una reacción adaptativa destinada a alejar al animal de estímulos desagradables, que en este caso podrían llegar a causarles la muerte debido a la falta de pigmentos tegumentarios protectores.

-Compensación sensorial: El sentido del tacto en muchos de estos animales se encuentra extremadamente desarrollado: a ello se debe el alargamiento de los apéndices y las setas táctiles, más largas y sensibles, que les permiten detectar el mínimo cambio en las corrientes de aire y les informan sobre posibles crecidas subterráneas así como los quimiorreceptores, que les permiten detectar el alimento a gran distancia; sin embargo, no se ha podido demostrar de manera definitiva que, en efecto, se trata de compensaciones por la falta de visión, ya que no todos los troglobios las poseen.

-Economía metabólica: El metabolismo de los troglobios es mucho más bajo que el de sus congéneres del exterior. Esto implica una reducción del consumo de energía para el funcionamiento celular, con una tasa de metabolismo respiratorio muy baja y la ralentización (con ciclos muy largos) de todos los procesos de desarrollo, lo que conlleva una longevidad mucho mayor; también presentan mayores periodos de descanso. Este ahorro energético se hace patente asimismo a la hora de la reproducción: los troglobios tienen mucha menos descendencia, dándose casos extremos en algunos coleópteros del género *Quaestus* (Coleoptera, Bathysciinae), que ponen un solo huevo del que sale una única larva, que no se alimenta y pasa directamente al estado de pupa, emergiendo ya en estado adulto.

-Fuerte acumulación de lípidos: Lo que les permite afrontar periodos estacionales con bajos niveles de aporte energético y sobrevivir durante largos periodos sin alimentarse.

-Adaptaciones a alta humedad: La reducción cuticular con aumento de la permeabilidad, para evitar la desecación por evaporación de sus líquidos internos, indispensables para la vida es la característica que en mayor grado condiciona el confinamiento subterráneo de los troglobios. Los *Aphaenops*, *Quaestus* y otros cavernícolas avanzados perecen rápidamente por deshidratación fuera de las cavidades. Por otra parte, en muchos insectos cavernícolas el proceso respiratorio se realiza por intercambio gaseoso cutáneo a través de la membrana abdominal; sus estigmas respiratorios se han atrofiado, así como su sistema traqueal; estas membranas respiratorias precisan, para poder realizar los intercambios gaseosos de una finísima película de agua, condición que se da únicamente en una atmósfera constantemente saturada (Jeannel, 1943). También existen evidencias de que en el límite más alto de tolerancia a la humedad, las especies cavernícolas han desarrollado mecanismos excretorios para el exceso de agua que les permiten, al

mismo tiempo, conservar sus sales (Culver, 1982).

-**Neotenia** (retención de caracteres juveniles).

La presión de selección del medio da a las especies de los hábitats subterráneos, al término de sus adaptaciones y de la regresión de sus ojos, el mismo aspecto morfológico, metabólico y fisiológico, sean terrestres o acuáticos, aunque ellos conservan los mismos aspectos filogenéticos y de adaptación a microhábitats o hábitats que habían sido adquiridos por las líneas epígeas de las que derivan (C. Juberthie et V. Decu, 1994).

Evolución de los cavernícolas

De todo lo expuesto hasta aquí resulta claro que todos los troglóbios presentan, en diferentes grados, adaptaciones a la vida en el medio subterráneo. En el caso de los troglomorismos que incluyen la creación o desarrollo de nuevas estructuras, su valor adaptativo es claro, y por ello son considerados el producto de un proceso evolutivo constructivo, sujeto a selección directa; en el caso de las reducciones estructurales, su valor adaptativo ha sido objeto de numerosas controversias, pero todo parece indicar que no se trata de un simple proceso degenerativo, ya que estos procesos conllevan un claro componente constructivo (así por ejemplo, en numerosos artrópodos la reducción de los ojos comienza con una fusión de omatidios y no como una simple reducción del número de los mismos). Este proceso se ha venido a denominar 'evolución regresiva', y parece claro que no se trata de la pérdida por desuso de determinadas estructuras, sino que forma parte de un proceso evolutivo positivo.

Uno de los principales factores que interviene como desencadenante de los procesos reductores es sin duda el requerimiento energético, ya que dada la escasez de recursos alimenticios del medio se impone una clara economía energética, por lo que la reducción de determinadas estructuras es seleccionada positivamente para que el organismo pueda disponer de mayor cantidad de energía para otras funciones más ventajosas (mayor desarrollo y complejidad de los órganos sensoriales, etc.)

Importancia del medio subterráneo y de la conservación de la cavidades

No es posible concluir este trabajo sin hacer una última reflexión sobre la importancia del medio subterráneo en cuanto a su papel de medio 'refugio' para líneas filogenéticas desaparecidas de la superficie del planeta hace millones de años, lo que sin lugar a dudas lo constituye en patrimonio de excepcional valor.

La fragilidad de este medio, sumamente sensible a todo tipo de alteraciones (visitas masivas, contaminación de los cauces subterráneos, vertido de basuras, etc.) hace imprescindible la rápida adopción de las medidas oportunas para la conservación de las cavidades. A estos efectos debemos aplaudir la iniciativa de la Comisión de Conservación de Cavidades de la Federación Madrileña de Espeleología que recientemente ha editado un tríptico informativo sobre la importancia de la necesidad de conservar el

medio subterráneo (fig. 6).

Agradecimientos

Por último, no queremos dejar pasar esta ocasión sin manifestar nuestro más sincero agradecimiento al Grupo Espeleológico 'Bathynellidae' que desde un principio tuvo a bien aceptarnos entre sus miembros, a D. Carlos Puch y D. Fidel Molinero por sus enseñanzas sobre técnica espeleológica, y muy especialmente a D^a Ana I. Camacho (Museo Nacional de Ciencias Naturales) por su ayuda desinteresada y el apoyo que en todo momento nos ha prestado.

Bibliografía

- BELLES, X., 1987: *Fauna cavernícola i intersticial de la Península Ibérica i les Illes Balears*. CSIC. 207 pp.
- CAMACHO, A.I. y PUCH, C., 1995: *Introducción al mundo Subterráneo*. Seminario Soc. Amigos del M.N.C.N., Madrid. 36 pp.
- CULVER, D.C., 1982: *Cave life. Evolution and ecology*. Harvard University Press, Cambridge. 190 pp.
- GALAN, C., 1993: Fauna hipogea de Guipuzkoa: Su ecología, biogeografía y evolución. *Munibe*, 45: 3-163.
- GINET, R. et DECU, V., 1977: *Initiation à la biologie et à l'écologie souterraines*. Ed. Delarge, Paris. 345 pp.
- HOWART, F., 1983: Ecology of cave arthropods. *Ann. Rev. Entomol.*, 28: 365-389.
- JEANNEL, R., 1943: *Les fossiles vivants des cavernes*. L'avenir de la science (n.s.), 1, Gallimard, 321 pp.
- JUBERTHIE, C., B. DELAY et M. BOUILLON, 1980: Sur l'existence d'un milieu souterrain superficiel en zone non calcaire. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 290: 49-52.
- JUBERTHIE, C. et DECU, V., 1994: *Encyclopaedia Biospeologica*. Soc. Biospeol. Moulis (C.N.R.S.). 834 pp.
- RACOVITZA, E.G., 1907: Essai sur les problèmes biospéologiques. *Arch. zool. exp. et gen.*, 6: 371-488.
- VANDEL, A., 1964: *Biospeologie: la biologie des animaux cavernicoles*. Gauthier-Villars Editeur, Paris. 619 pp.



Fig. 6: Portada del tríptico elaborado por la Comisión de Conservación de Cavidades de la Federación Madrileña de Espeleología.