

ISSN 0188-6215

# MUNDOS SUBTERRÁNEOS



**UMAE**

MÉXICO, D.F.  
SEPTIEMBRE 1995 No. 6

## UNIÓN MEXICANA DE AGRUPACIONES ESPELEOLÓGICAS A. C.

MESA DIRECTIVA 1995-1996

Presidente

Ing. José A. Gamboa Vargas (EG YUC)

Vicepresidente

Sr. Víctor J. Granados (GEK)

Secretario

Dr. José G. Palacios-Vargas (UNAM)

Tesorero

Sr. Sergio Santana Muñoz (URION)

Vocales Ing. Alejandro Carrillo Bañuelos (GEO)

José Luis Beteta Beteta (EGAM)

Ing. Jorge A. Pérez Aguilar

Comité Editorial

Editor titular: Dr. José G. Palacios-Vargas

Editor asociado: Guadalupe Pineda

Consejo Editorial Internacional

Eleonora Trajano (Brasil)

Carlos Benedetto (Argentina)

José Ayrton Labegalini (Brasil)

Franco Urbani (Venezuela)

Christian Juberthie (Francia)

## MUNDOS SUBTERRÁNEOS

Publicación oficial de la Asociación Civil UMAE, Certificado de Licitud de Título No. 5658, Certificado de Licitud de Contenido No. 4373. Registro No. 864-91 de la Dirección General del Derecho de Autor. ISSN 0188-6215. Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización escrita del Comité Editorial.

Los artículos son de responsabilidad exclusiva de sus autores.









Murciélagos Natalus stramineus (Natalidae)  
en la Gruta del Rancho de Sambulá, Yucatán  
(Foto por José G. Palacios-Vargas)

# MUNDOS SUBTERRANEOS

Número 6

## INDICE

- PRESENTACION	
Comité Editorial .....	1
- LA UMAE	
Miembros de la UMAE. Ing. José A. Gamboa Vargas .....	2
- ESTUDIO PRELIMINAR DE LA FAUNA CAVERNICOLA DE YUCATAN	
Douglas Zeppelini Filho y Gabriela Castaño Meneses .....	4
- CHARNAY DESIRE, SPELEOLOGUE MALGRE LUI	
Alain Gilbert .....	13
- LA EVOLUCION DE LA VIDA CAVERNICOLA	
Kenneth A. Christiansen .....	25
- PROPUESTA DE INCLUSION DEL AMBIENTE CAVERNICOLA EN LA LEGISLACION AMBIENTAL DEL GOBIERNO DE MEXICO	
José G. Palacios-Vargas .....	34
- DIRECTORIO NACIONAL DE ESPELEOLOGOS Y ASOCIACIONES DE MEXICO .....	38
- DIRECTORIO Y COMITE EJECUTIVO DE LA FEALC Y LA UIS ....	42
- INFORMACIONES .....	45

Portada: Emblema y logotipo de la UMAE: El primer semicírculo significa la unión entre los grupos espeleológicos; el segundo simboliza una cuerda, que es un elemento importante en la práctica de la Espeleología. La figura humana representa a un sabio maya sentado dentro de la cueva y es un símbolo del conocimiento que se debe de adquirir para estudiar adecuadamente las cavernas. Finalmente, en el centro del emblema se observan estalactitas y estalagmitas, formaciones típicas en el entorno del medio en el que realizan sus actividades los espeleólogos.

## PRESENTACIÓN

La protocolización de la UNION MEXICANA DE AGRUPACIONES ESPELEOLOGICAS A. C. (UMAE) se realizó en 1990, después de dos años de fuerte actividad espeleológica y los trámites legales. En febrero de 1993, conforme a los estatutos se realizaron cambios en la Mesa Directiva. Aún se tienen claros los objetivos, que son la parte medular de la Unión y corresponden al interés de las distintas agrupaciones:

- a) Difundir y fomentar la Espeleología a nivel nacional e internacional, en sus diferentes aspectos: técnicos, científicos, turísticos y deportivos.
- b) Fomentar la preservación de las cavidades, así como de su ecología, por considerarlas como parte del patrimonio nacional.
- c) Formular un catastro formal de todas las cavidades nacionales, para su ulterior aprovechamiento.
- d) Pugnar por la unificación de los criterios y procedimientos relacionados con actividades espeleológicas, primordialmente entre los integrantes de la Unión, respetando la idiosincrasia, independencia y especialidad de cada grupo o individuo.
- e) Fomentar la relación y acercamiento entre los mismos asociados así como con las personas, asociaciones, grupos y clubes afines.
- f) Contribuir al conocimiento científico de la geología, flora y fauna de las cuevas mexicanas, así como al estudio de su ecología y medidas de protección.
- g) Crear un organismo de difusión propio, como medio de información y comunicación nacional e internacional.

**MUNDOS SUBTERRÁNEOS**, es el órgano oficial de difusión de la UMAE y cuenta con los registros legales correspondientes. Gracias al Comité Editorial y a la Mesa Directiva de la UMAE esta revista ha comenzado a tener difusión tanto nacional como internacional. Ahora hemos conformado también un Consejo Editorial Internacional, integrado por distinguidos investigadores de gran prestigio. Con este número, ya son 6 los números editados, lo que demuestra el gran interés de los asociados en dar continuidad a este órgano de difusión.

Si consideramos a **MUNDOS SUBTERRÁNEOS** como un foro, donde los trabajos sean publicados y sometidos a la crítica por otros especialistas, es importante que todos contribuyamos, para elevar su calidad y darle la continuidad necesaria, solamente así daremos a conocer tanto en México como en otros países la labor que hemos emprendido.

*Comité Editorial*

## LA UMAE MIEMBROS DE LA UMAE

NOMBRE: JOSÉ ANTONIO GAMBOA VARGAS  
FECHA DE NACIMIENTO: 19 de Noviembre de 1953;  
LUGAR DE NACIMIENTO: Mérida, Yucatán, México.  
DOMICILIO: Calle 44 No. 519-M entre 69 y 71,  
C.P. 97000, Mérida, Yucatán, México.  
Teléfono: (99) 24 62 48  
AGRUPACION: Espeleogrupo Yucatán, A. C. Presidente.  
Actualmente también Presidente de la UMAE.

### ESTUDIOS PROFESIONALES:

Licenciado en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la UADY; Junio de 1981.

### OTROS ESTUDIOS:

Constancia de estudios: "Métodos matemáticos aplicados a la Hidrogeología" y "Geotecnia", Montpellier, Francia (Septiembre de 1984).

Diploma de Estudios Superiores; Universidad Paul Sabatier, Toulouse, Francia (Julio de 1985).

### TRABAJOS Y LABOR DOCENTE:

- Ingeniero Calculista en la SARH (Septiembre, 1979 - Septiembre, 1980).
- Catedrático en la Escuela Preparatoria No. 1 de la UADY (Septiembre, 1977 - Febrero, 1986).
- Catedrático de la Facultad de Ingeniería (Septiembre, 1982 a Febrero de 1983).
- Trabajo en la Coordinación Académica del Area de Hidrología de la Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería de la UADY, a partir de 1980.
- Profesor-Investigador asociado (Febrero de 1986 a la fecha).

### ACTIVIDADES DE INVESTIGACION / PUBLICACIONES

- Coautor del artículo: "A Self-sealing Carbonate Aquifer, Yucatan, Peninsula, Mexico", México, Agosto de 1986.
- Coautor en el artículo: "Efectos del Huracán Gilberto en el Acuífero Cárstico al N-NW de Yucatán". Boletín Académico de la Facultad de Ingeniería, Septiembre de 1989.
- Coautor en el artículo: "Calcehtok: Cuello de Venado de Pedernal". Boletín Académico de la Facultad de Ingeniería, Diciembre de 1990.
- Coautor del artículo "Actun Chulul. La caverna más profunda de Yucatán", en la revista Mundos Subterráneos, No. 5 de Agosto de 1994, México, D. F.
- Coautor del artículo: "Yucatán, paraíso espeleológico", en la revista México Desconocido, No. 213, Noviembre de 1994, México, D. F.

### EVENTOS CIENTÍFICOS:

- Ponente en el Simposium: "Avances Recientes en la Administración e Investigación del Recurso Hidráulico", Enero de 1988.
- Participación en el Taller: "Tecnología Apropiaada e Ingeniería Ambiental, un Nuevo Enfoque para Abordar los Problemas de Yucatán", Enero de 1988.
- Ponente en el Simposium: "Avances Recientes en la Administración e Investigación del Recurso Hidráulico", con el tema: "Efectos Provocados por el Huracán Gilberto sobre el Acuífero Regional", Enero de 1989.

- Participación en el Taller: "Análisis de Tecnología en los Campos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento", Julio de 1989.
- Ponente en el I Congreso Internacional de Espeleología, "La caverna de Waybil-Actún", Septiembre de 1990.
- Conferencista Magistral en el I Congreso Nacional de Espeleología, con la ponencia: "Bolid Impact, Dinosaurs and Caves of Yucatan", Diciembre 20 de 1991.
- Ponente en el I Congreso Nacional de Espeleología con el tema: Morfología Cárstica en el Norte de la Península de Yucatán, Diciembre 20 de 1991.
- Ponente en el III Congreso de Espeleología de América Latina y del Caribe. Septiembre de 1992, Viñales, Cuba.
- Ponente en el II Congreso Nacional de Espeleología con el tema: "Actun Chulul, la caverna más profunda de Yucatán". Cacahuamilpa, Guerrero, México, Diciembre de 1993.

#### **ASOCIACIONES:**

- Miembro de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, A. C., a partir del 9 de Marzo de 1988.
- Miembro del Colegio de Ingenieros Civiles, a partir de Enero de 1991.
- Presidente del Comité Local del I Congreso Nacional de Espeleología, efectuado en Mérida, Yucatán, del 16 al 20 de diciembre de 1991.
- Responsable del Convenio de colaboración para el estudio de las cavernas de Yucatán entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán y el Espeleogrupo Yucatán, A. C., Mérida, Yucatán, Agosto de 1991.
- Responsable del Convenio de colaboración entre la Universidad Autónoma de Yucatán y la Universidad Nacional Autónoma de México para el estudio integral de las cavernas de Yucatán. Mérida, Yucatán, Mayo de 1994.
- Conferencia en la Escuela de Enfermería de la Universidad Autónoma de Yucatán con el tema: "Desarrollo de la Espeleología en Yucatán". Mérida, Yucatán, Septiembre de 1993.
- Ponente en la 3a. Reunión preparatoria al III Congreso Nacional de Hidráulica con el tema: "Las aguas subterráneas en Yucatán". Mérida, Yucatán, Mayo de 1994.
- Conferencia en la Facultad de Ingeniería con el tema: "Ultimas investigaciones sobre la Espeleología". Mérida, Yucatán, Octubre de 1994.
- Conferencia y visita técnica a una caverna, para los alumnos del Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Yucatán, Noviembre y Diciembre de 1994.
- Conferencia a los socios del Club Rotario de Mérida con el tema: "La espeleología en la península de Yucatán". Mérida, Yucatán, Diciembre de 1993.
- Presidente de la Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas a partir de Abril de 1995.
- Responsable del proyecto: "Las cavernas y cenotes de Mérida y sus comisarías", producto de un convenio entre el Ayuntamiento de Mérida y la Facultad de Ingeniería. Iniciado en Abril de 1995 para finalizar en Julio de 1995.

#### **DOMINIO DE IDIOMAS**

Francés (90%)

Inglés (40%)



# ESTUDIO PRELIMINAR DE LA FAUNA CAVERNÍCOLA DE YUCATÁN, MÉXICO<sup>1</sup>

Douglas Zeppelini Filho  
Gabriela Castaño Meneses.

Lab. de Ecología y Sistemática de Microartrópodos,  
Depto. de Biología, Fac. de Ciencias, UNAM. 04510. México, D. F.

**ABSTRACT:** In the present work, three caves in Yucatán state, were sampled: Actún-Toh, Siete Aguas and Rancho Sambulá. 76 taxa were found, the most abundant were Acari and Collembola, some of which represents new records for this region. The ant's waste had showed a surprising richness.

**RESUME:** Dans ce travail nous présentons les résultats de trois grottes dans le Etat de Yucatán: Actún-Toh, Siete Aguas et Rancho Sambulá. A total de 76 taxa sont recensés, les plus abondantes étaient les acariens et les collembolés. Les débris des formis ont une richesse très remarquable.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de la Región Neotropical, México es uno de los países con mayor desarrollo en el campo de la bioespeleología, ya que cuenta con gran cantidad de cavernas de distintos tipos. Del total del territorio nacional, se considera que el 20% está constituido por zonas cársticas (Palacios Vargas, 1990a), en las que algunos autores consideran que existen más de 7,000 cuevas en el país (Lazcano, 1983).

En general se reconocen cuatro ambientes cavernícolas a partir de la entrada: a) Zona de entrada, es la que presenta mayor influencia del medio externo, con penetración de luz y condiciones abióticas (temperatura y humedad) semejantes en ambos medios; b) Zona de penumbra, en ésta, la luz penetra indirectamente, manteniéndose el contacto con el medio externo; c) Zona de oscuridad, en ésta se presenta completa oscuridad pero se aprecian variaciones en las condiciones abióticas; d) Zona profunda, donde el ambiente es relativamente estable y la evaporación escasa (Howarth, 1983).

Por otro lado, el aporte energético (en ambientes terrestres en cuevas), proviene de cuatro fuentes principales: a) huevos y guano de grillos, b) microorganismos autótrofos, c) materia orgánica traída por corrientes de agua, d) guano de murciélagos y de otros vertebrados (Culver, 1982).

La fauna cavernícola suele ser clasificada, de acuerdo con su grado de afinidad con el ambiente, en tres grupos: a) troglóxenos, aquellos animales que dependen del medio externo para completar su ciclo de vida; b) troglófilos, pueden completar su ciclo de vida tanto fuera como dentro de la cueva, y c) troglobios, únicamente habitan el medio

---

<sup>1</sup> Proyecto PADEP 003001 (Fac. Ciencias, UNAM)

cavernícola (Racovitza, 1907). Los troglobios son considerados eucavernícolas, pues dependen de este ambiente desde el punto de vista ecológico (Gnasparini-Netto, 1992).

No obstante esta clasificación es válida en un aspecto general del ambiente, por lo que se ha prestado a controversias, de ahí que diversos autores hayan elaborado sus propias clasificaciones: Christiansen en 1962, propone una clasificación que incluye aspectos evolutivos de la fauna, sugiriendo el término "troglomorfo" para los que presentan adaptaciones al medio cavernícola (troglobios para Racovitza, 1907).

La Península de Yucatán es una de las regiones cársticas más grandes del país, constituida por sedimentos calcáreos del Cenozoico. Se han registrado alrededor de 150 cuevas y cenotes. Incluye los estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo y el este de Tabasco. Es la zona mejor estudiada de México y América Central en cuanto a fauna de invertebrados de cuevas (Reddell, 1981).

### ANTECEDENTES

La fauna cavernícola de Yucatán ha sido estudiada desde 1936 por diversos autores (Pearse, 1936 realizó el primer estudio de la fauna presente en los cenotes de la región; Wharton en 1938 estudió los ácaros de algunas cuevas de Yucatán; Reddell en 1981 presentó una compilación de los estudios realizados en toda la República Mexicana; Palacios-Vargas (1993) estudia la fauna de siete cuevas, aportando nueva información).

En 1991, se llevó a cabo una expedición espeleológica italo-mexicana, donde se recorrieron cinco cuevas en la península de Yucatán llevándose a cabo estudios tanto de reconocimiento de la vegetación, como geomorfológicos y bioespeleológicos (Galletti, 1992). Datos específicos sobre los artrópodos fueron presentados por Palacios-Vargas (1993).

En el presente trabajo se estudiaron tres cuevas: Actún-Toh, Actún Siete Aguas, y la Cueva del Rancho Sambulá, en los municipios de Tekax (las dos primeras) y Temax (la última), donde se realizaron colectas con el fin de elaborar un listado faunístico, para comparar la fauna de distintos biotopos y contribuir al conocimiento de la bioespeleología de la región. Las dos primeras cuevas habían sido estudiadas en expediciones anteriores (Palacios-Vargas, 1993). De la cueva del Rancho Sambulá es el primer listado faunístico que se tiene.

### METODOLOGÍA

La expedición se realizó en el mes de octubre de 1994. Cada cueva fue visitada un sólo día, permaneciendo dentro de ellas alrededor de 5 hrs. para coleccionar.

Se practicaron dos métodos de colecta, uno manual, mediante el uso de pinzas y pinceles, y otro obteniendo muestras de distintos biotopos (guano, suelo, detritus, etc.) que se procesaron *in situ* en embudos de Berlesse-Tullgren.

El material se fijó en alcohol al 70%, y fue separado e identificado hasta las categorías de orden y familia en algunos casos. Los ácaros y colémbolos se montaron en líquido de Hoyer, previamente aclarados, y posteriormente fueron identificados a nivel genérico y algunos a específico (Balogh, 1972; Balogh & Balogh, 1988; Krantz, 1978; Christiansen & Bellinger, 1980,-1; Palacios-Vargas, 1990b; Palacios, Ojeda & Christiansen, 1985).

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las colectas realizadas en las tres cuevas aquí citadas se muestran en la tabla I, donde se hace también referencia a los biotopos muestreados.

## DISCUSIÓN

Se encontraron un total de 76 taxa en estas tres cuevas: Actún-Toh (36), Siete Aguas (38) y, Rancho Sambulá (49). Los taxa más abundantes fueron los ácaros, seguidos por los colémbolos y después de éstos otros grupos de artrópodos.

Los gasterópodos fueron encontrados en Actún-Toh y Rancho Sambulá.

El Orden Araneae, fue colectado en las tres cuevas visitadas, del cual existen registros del mismo para casi todas las cuevas del mundo, aunque con distintos grados de adaptación a la vida cavernícola. Es necesario hacer notar aquí que la fauna de arañas cavernícolas de México es considerada una de las más ricas del mundo.

Los Ricinulei, del género *Cryptocellus* fueron encontrados en Actún-Toh y Siete Aguas. Este orden presenta en la actualidad solamente una familia y dos géneros. Han sido registrados en Chiapas, Guerrero y Yucatán (Reddell, 1981). Los ricinúlidos cavernícolas son encontrados generalmente en guano, arena y bajo rocas (Reddell, *op cit.*), donde se colectaron los ejemplares de nuestra expedición.

Fueron colectados pseudoscorpiones en Actún-Toh y Rancho Sambulá. Existen registros de la familia Chernetidae en cuevas de Yucatán (Palacios-Vargas, 1993), además de ser este grupo bastante común en cuevas.

También en Actún-Toh y Rancho Sambulá se colectaron eschizómidos, grupo ya citado anteriormente en cuevas de Yucatán (Reddell, 1981).

Los ambipípidos, todos de la familia Phrynidae, fueron colectados en las cuevas objeto de estudio. Este grupo también es muy común en cuevas y actúa como depredador eficiente en estos ambientes.

En la cueva Siete Aguas fue en la única en la que se colectaron quilópodos. En Yucatán Reddell (1981) ha reportado una especie de la Familia Scolopendridae (*Scolopendra sumichrasti*).

En cuanto a los diplópodos, del Orden Polydesmide, fueron encontrados en las tres cuevas estudiadas. Es un grupo característicamente cavernícola, en México se han reportando 46 especies troglobias y 90 con menor grado de troglomorfismo. De Yucatán han sido registradas las familias Pygodesmiidae, Sphaeriodesmidae, Siphonophoridae, Rhinocricidae y Spirostreptidae (Reddell, 1981).

Los isópodos terrestres se encontraron en Siete Aguas y Rancho Sambulá.

De los dipluros, la familia Japygidae es poco conocida. Para Yucatán ya se ha citado la presencia de dipluros en la cueva Siete Aguas y Xtancunbilxunaan (Palacios-Vargas, 1993), en esta ocasión no se encontraron en Siete Aguas y sí en Rancho Sambulá.

Sólo se colectó un ejemplar del orden Zygentoma en Actún-Toh; este Orden ya había sido colectado en Yucatán en la cueva Tzab-nah (Palacios-Vargas, 1993).

Los Ensifera se encontraron en Actún-Toh y Siete Aguas. La fauna de grillos de México es poco conocida y de las 41 especies descritas del país, un reducido porcentaje se ha citado de fauna cavernícola (Reddell, 1981).

En lo que se refiere al orden Dycioptera, son frecuentemente encontrados en cuevas, tanto en entradas como en zonas profundas. En nuestra expedición, fueron colectados en Actún-Toh y Siete Aguas.



Los psocopteros se colectaron en las tres cuevas, es un grupo poco colectado, no obstante es más o menos abundante, según los reportes que existen. En Siete Aguas no se habían encontrado ejemplares de este Orden (Palacios Vargas, 1993).

Los coleópteros fueron encontrados en las tres cuevas estudiadas, sin embargo, la familia Staphylinidae fue registrada solamente en Actún-Toh y Siete Aguas, asociada a un gran número de colémbolos y ácaros en basureros de hormigas, lo que indica una posible relación de depredación de estos coleópteros con otros grupos.

En las cuevas Siete Aguas y la del Rancho Sambulá, fueron encontrados ejemplares del orden Thysanoptera. Este es el primer registro de este Orden en cuevas de Yucatán.

Los lepidópteros fueron citados para Yucatán por Reddell (1981) y Palacios-Vargas (1993), y en esta ocasión el Orden sólo se encontró en la cueva Siete Aguas.

En cuanto a los himenópteros, el grupo de las hormigas es el único que puede considerarse plenamente asociado al medio cavernícola (Fontenla, 1994), presentando muy pocas especies catalogadas como troglófilas, aunque López (1988) difiere de tal clasificación. En las cuevas visitadas sólo se encontraron representantes de la subfamilia Myrmicinae. En Actún-Toh sólo se encontró del género *Atta*, que se frecuentemente se observan en cuevas de México (Reddell, 1981); en Siete Aguas se colectó *Acromyrmex octospinosus*, reportando por Reddell (1981) en cuevas de Yucatán y, al género *Octostruma*, que no se había citado antes de las cuevas de México. Este último género se ha observado que en ocasiones se alimenta de colémbolos (Hölldobler & Wilson, 1990).

En los basureros de *Atta* se encontraron cuantiosas poblaciones de ácaros, lo que indica que este biotopo ofrece las condiciones necesarios para que se establezcan grandes comunidades. Los grupos de ácaros astigmados y mesostigmados (Acaridae y Uropodidae, respectivamente) encontrados en tal biotopo, son de hábitos detritófagos y fungívoros, también se detectaron grandes poblaciones de ácaros prostigmados (Cunaxidae), depredadores activos tanto de otros ácaros como de colémbolos.

En la cueva del Rancho Sambulá, se obtuvieron representantes del género *Solenopsis*, muy común en ambientes cavernícolas (Fontenla, 1994), y para Yucatán se ha citado la especie *S. germinata* (Reddell, 1981).

Los colémbolos son uno de los grupos más abundantes que se encuentran en las cuevas. Hasta la fecha hay cerca de 23 especies de 20 géneros pertenecientes a 8 Familias distintas de colémbolos registrados para las cuevas de la región de Yucatán (Reddell, 1981; Palacios-Vargas y Gómez Anaya, 1994b). De éstas, en nuestra expedición encontramos cuando menos, 11 especies de 11 géneros que pertenecen a 5 Familias. Sin embargo, hay cuatro nuevos registros para la región y, de éstos, dos son nuevos para la ciencia.

Los taxa inéditos son *Mesachorutes* sp., *Isotoma* sp., *Cyphoderus* n. sp. y *Arrhopalites* n. sp.

De ellos, hay que evidenciar las nuevas especies de *Cyphoderus* y de *Arrhopalites*, además de que éste último no había sido registrado para la región de Yucatán.

En cuanto a los ácaros, un grupo muy abundantes y común, se colectaron ejemplares de más de 30 especies pertenecientes a 21 Familias de distintos Ordenes.

En el estudio realizado por Palacios-Vargas (1993), para la cueva Siete Aguas no registra la presencia de los géneros *Geolaelaps*, *Urodiaspis*, *Uroobovella*, *Amblyseius*, *Zygoseius*, *Trachytes*, *Suidasia*, *Acotyledon*, *Thyreophagus* y *Oxyoppia*, encontrados en nuestra expedición. Así mismo, las Familias Caeculidae y Rosenteinidae no habían sido citadas para el estado (Reddell, 1981; Palacios-Vargas, 1993). En cuanto a la especie *Nothoaspis reddelli* ya había sido registrada en la región (Keirans & Clifford, 1975), pero no en la cueva Actún-Toh.

Por otra parte, cabe señalar que los géneros *Oxoppia* y *Tuxenia* presentaron características que no concuerdan plenamente con las descripciones que se tienen de los mismos.

Así mismo, es muy posible que se tenga una especie nueva de *Sphaerochthonius*, ya que para la región neotropical Balogh y Balogh (1988) sólo han reportado dos especies, *S. phylophorus* y *S. fungifer*, cuyas características no concuerdan con la especie encontrada en la cueva del Rancho Sambulá. Cabe señalar que en México no se tienen registros a nivel específico y, que la mayoría de los registros que se tienen del género, son de ambientes cavernícolas (Palacios-Vargas, 1994a).

Por otro lado, se observaron relaciones foréticas entre un díptero y ácaros mesostigamados y entre ácaros mesostigamados y ácaros astigamados.

### CONCLUSIONES

Las cuevas objeto de este trabajo mostraron una gran riqueza faunística, al compararse con lo reportado en estudios previos (Palacios-Vargas, 1993), encontrándose nuevos registros de organismos e incluso nuevas taxas para la ciencia de los grupos estudiados más a fondo, como lo son los colémbolos y ácaros. Esto, por un lado, evidencia el desconocimiento de muchos grupos cavernícolas en México y, por otro, abre las posibilidades de realizar mayores estudios en una zona muy rica en fauna. Si bien es cierto que este tipo de investigaciones contribuyen al conocimiento de una fauna en particular, es evidente que una vez realizados los listados finales, se pueden llevar a cabo diferentes tipos de estudios (ecológicos, biogeográficos, etc.).

Es así que con el material colectado en los basureros de hormigas, se pueden realizar análisis detallados de las relaciones que se establecen entre distintos organismos; no sólo de tipo trófico, sino también de asociaciones como foresia, parasitismo, comensalismo, competencia, etc.

Del material colectado en las cuevas Siete Aguas y Rancho Sambulá, se encontraron grupos tan interesantes como los thysanópteros resultando ser la primera cita de este Orden para cuevas de México. También se tienen como nuevos registros los Ordenes Orthoptera, Psocoptera y Coleoptera para la cueva Siete Aguas. El género *Octostruma* (Formicidae: Myrmicinae) es un nuevo registro en cuevas de México. Por otra parte, de los colémbolos se encontraron 4 nuevos registros, siendo dos de ellos nuevos para la ciencia. De los ácaros, se tienen 10 nuevos registros para el Estado de Yucatán y dos posibles especies nuevas para la ciencia.

TABLA I  
LISTA FAUNÍSTICA COMPARATIVA

TAXA	AT	SA	RS
MOLLUSCA			
GASTEROPODA	S		S
ARTRHOPODA			
CHELICERATA			
ARACHNIDA			
PSEUDOSCORPIONIDA	S		G
AMBLYPYGIDA			
Phrynidae			
<i>Paraphrynus raptator</i>	P	S	S
SCHIZOMIDAE	S,G		S
ARANEA			
ORTHOGNATHA			

Theraphosidae	S,G		
LIBIDOGNATHA		S	S
RICINULEI			
Cryptocellidae			
<i>Cryptocellus</i> sp.	S	R	
ACARIDA			
MESOSTIGMATA			
Uropodidae			
<i>Uroseius</i> sp.	S		
<i>Urodiaspis</i> sp.	G		
<i>Uroobovella</i> sp.	G	BH	S,G
<i>Metagynella</i> sp.		BH	Ra,S,G
<i>Nenteria</i> sp.			S,G
<i>Uropolyaspis</i> sp.			S
Pachylaelapidae			
<i>Zygoseius</i> sp.		BH	
<i>Pachyseius</i> sp.			S,G
Phytoseiidae			Ra,S
<i>Amblyseius</i> sp.		G	
Polyaspididae			
<i>Trachytes</i> sp.		BH	
Laelapidae			
<i>Geolaelaps</i> sp.		G,S	
<i>Cosmolaelaps</i> sp.			S,G
Dithinozerconidae			
<i>Caminella</i> sp.			
PROSTIGMATA			S,G
Cunaxidae	BH	BH	G
Rhagididae	BH	S	G
Trombididae	S		G
Cheyletidae	G	G	
Caeculidae		BH	
Bdellidae			
<i>Spinibdella bifurcata</i>			G
ASTIGMATA			
Acaridae			
<i>Suidasia</i> sp.	S	BH	
<i>Acofyledon</i> sp.		BH	S
<i>Thyreophagus</i> sp.		S	
<i>Lacherbaueria</i> sp.			G
Anoetidae			
<i>Histiosoma</i> sp.		G,BH	S
Rosentsteinidae		G	
CRYPTOSTIGMATA			
Opplidae			
<i>Oxyoppia</i> sp.	S,G	BH,G	G,S,Ga
Haplozetidae			
<i>Tuxeria</i> sp.		BH	
<i>Xylobates</i> sp.	S	BH	Ra,G
Galumnidae			
<i>Pergalumna</i> sp.?		BH	S,G

Sphaerochthonidae			
<i>Sphaerochthonius</i> sp.			G,Ga
Basilobelbidae			
<i>Basilobelba insularis</i>			G
METASTIGMATA			
Argasidae			
<i>Nothoaspis reddelli</i>	S		
MANDIBULATA			
DIPLOPODA			
POLYDESMIDA	S,G	S,BH	S
CHILOPODA			G
CRUSTACEA			
ISOPODA			
ONICIDAE		BH	S,G,R
COLLEMBOLA			
ARTHROPLEONA			
Hypogastruridae			
<i>Schoettella</i> sp.	G		
<i>Mesachorutes</i> sp.	G		
Isotomidae			
<i>Isotomurus</i> sp.		BH	
<i>Folsomia onychiurina</i>			S,G
<i>Isotoma</i> sp.			G,S,Ra
<i>Isotomiela</i> sp.			Ra
Entomobryidae			
<i>Sinella</i> sp.	S		
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	BH	A	G,Ra
<i>Pseudosinella</i> sp.	G,S,BH	BH	S,G,R
<i>Metasinella falciferus</i>			Ra
Paronellidae			
<i>Troglopedetes</i> sp.	S	G	
Cyphoderidae			
<i>Cyphoderus innominatus</i>	BH	G	
<i>Cyphoderus</i> n. sp.			S,R
SYMPHYPLEONA			
Arrhopalitidae			
<i>Arrhopalites</i> n. sp.	G,S		G
Neelidae			
<i>Neelus murinus</i>			Ra
INSECTA			
DIPLURA			
Japygidae			Ra
ZYGENTOMA	S		
ENSIFERA	S	S	
DYCTIOPTERA	S,G	BH	
THYSANOPTERA		BH	G,S,Ra
COLEOPTERA		G,BH	G,Ga,R
Staphylinidae	G	BH	
LEPIDOPTERA			Ga

DIPTERA	S,G	G,BH	Ra,G,Ga
HYMENOPTERA		G	
Formicidae			
Myrmicinae			
<i>Atta</i> sp.	S		
<i>Acromyrmex octospinosus</i>	S		
<i>Octostruma</i> sp.		BH	
<i>Solenopsis</i> sp.	P	S	G,S,Ra
PSOCOPTERA	S,G	B,BH	G,Ra
VERTEBRATA			
AMPHIBIA			
URODELA	P		P
TELEOSTEI			F
AVES			
CORICIFORMES			
Momotidae			
<i>Eumomota superciliosa</i>	P		
PASSERIFORMES			
Hirudinidae			
<i>Stelgidopteryx</i>			
<i>S. ruficollis</i>		P	
MAMMALIA			
CHIROPTERA			
Emballonuridae		P	
<i>Pteropteryx macrotis</i>	P		
Phyllostomidae			
<i>Artibeus jamaicensis</i>	P		
<i>Leptonycteris</i> sp.	P		

AT=ACTÚN-TOH, SA=ACTÚN SIETE AGUAS, RS=CUEVA DEL RANCHO SAMBULÁ;  
A=Arena, BH=Basurero de hormigas, D=Dolina, F=Zona profunda, G=Guano, Ga=Guano antiguo, P=Paredes, R=Roca, Ra=Ralces, S=Suelo.

#### AGRADECIMIENTOS

Deseamos manifestar nuestro agradecimiento al Dr. José G. Palacios, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo. A la Biol. Magaly Díaz, Ing. José Antonio Gamboa y al Ing. Alejandro Carrillo, por su apoyo durante el trabajo de campo; a la Biol. Blanca Mejía por la corroboración de los ácaros prostigmados; al P. de B. Gerardo Ríos Sáis por la determinación de los arácnidos y a la Dra. Eleonora Trajano por sus valiosos comentarios sobre el manuscrito.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Balogh, J. 1972. The oribatid genera of the world. Akadémiai Kiado, Budapest. 652 pp.  
Balogh, J. & P. Balogh. 1988. The soil mites of the world. Oribatid mites on Neotropical Region I. Akadémiai Kiado, Budepest. 335 pp.

- Christiansen, K. A. 1962. Proposition pour la clasifcation des animaux cavernicoles. *Spelunca Mem.* 2:76-78.
- Christiansen, K. A. & P. Bellinger. 1981. The Collembola of North America. North of The Rio Grande. Grinnell Colleg. Iowa. USA. 1095-1112.
- Culver, D. C. 1982. Cave Life. Harvard Univ. Press. Cambridge and London 189 pp
- Fontenla, J. L. 1994. Comentarios sobre las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) halladas en cuevas de Cuba. *Cocuyo*, 1:5
- Galletti, I. 1992. Gli aspetti biospeleologici di Yucatan'91. *Speleologia* IBLEA 3(3):86-94.
- Gnaspini-Netto, P. 1992. Bat guano ecosystems a new clasifcation and some considerations with special references to neotropical data. *Mem. Biospeleologie* Tome XIX.
- Howarth, F. G. 1983. Ecology of cave arthropods. *Ann. Rev. Ent.* 28:365-389.
- Keirans, J. E. & C. M. Clifford. 1975. *Nothoaspis reddelli*, New Genus and New Species (Ixodoidea: Argasidae), from a Bat Cave in Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, 68 (1):81-85.
- Krantz, G. W. 1978. A manual of Acarology. Secon Edition. Oregon State University Book Stores, Inc. Corvallis. 509 pp.
- Lazcano, C. 1983. México paraiso de la espeleología. *Gaceta UNAM*, VI época, 1 (41):21.
- López, F. 1988. Descripción de un nido de *Lasius umbratus* (Nylander, 1984) encontrado en el interior de una cueva y algunas consideraciones sobre el caracter cavernícola de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae). *Mem. Biosp.* 15:107-115.
- Palacios-Vargas, J. G. 1990a. Karsztok és barlangok mexikóban Azl GCP 299 *karsztadattárából*:142-143.
- Palacios-Vargas, J. G. 1990b. Diagnosis y clave para determinar las familias de los Collembola de la Región Neotropical. Facultad de Ciencias, Depto. de Biología, UNAM. 15 pp.
- Palacios-Vargas, J. G. 1993. Nuevos datos sobre la fauna cavernícola de Yucatán, México. *Mundos Subterráneos*, 4:5-17.
- Palacios-Vargas, J. G. 1994a. Los ácaros oribátidos de México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.* 65 (1):19-32.
- Palacios-Vargas, J. G., M. Ojeda & K. A. Christiansen. 1985. Taxonomía y Biogeografía de *Troglopedetes* (Collembola: Paronellidae) en America, con énfasis en las especies cavernícolas. *Folia Entomol. Mexicana* 65:3-35.
- Palacios-Vargas, J. G. y J. A. Gómez Anaya. 1994b. El uso de trampas para la colecta de colémbolos cavernícolas en el estado de Yucatán. *Mundos Subterráneos*, 5:48-49.
- Pearse, A. S. 1936. Results of survey of the cenotes in Yucatán. *Carn Inst Wash. Publ.*, 457:17-28.
- Racovitza, E. G. 1907. Les problèmes biospéologiques, Biospeologica I. *Arch. Zool. Expé. et Géné.*, 4e. Serie, 6:371-488.
- Reddell, J. 1981. A review of the cavernicole fauna of Mexico, Guatemala and Belize. *Texas Mem. Mus. Univ., Bull.* 27:1-327.
- Wharton, L. 1938. Acarina of Yucatán caves. *Carn. Inst. Wash. Publ.*, 491:251-255.

## **CHARNAY Désiré spéléologue malgré lui**

ses textes présentés par Alain GILBERT  
181 Ave. Felix Faure, 69003 Lyon, France

Désiré CHARNAY, voyageur et archéologue français, se voit confier plusieurs missions de recherches par le ministère de l'instruction publique et un mécène nord américain pour ses études dans le Yucatan et le Peten.

Plusieurs expéditions sont à son actif: au Yucatan en 1860; dans la région de MEXICO en 1861; traversée du continent sud américain, Uruguay, Argentine, Chili en 1876; Australie en 1878; Java en 1879; retour à MEXICO, au Chiapas et au Yucatan en 1880; ultime voyage au Yucatan en 1886 et Yemen en 1896.

Désiré CHARNAY est connu pour ses recherches archéologiques sur la civilisation Maya. Ses écrits ont toujours été accompagnés de fabuleuses gravures des nombreux sites Mayas visités que ce soit au Mexique ou au Guatemala. Lorsque l'on connaît le Yucatan, où aucun fleuve n'existe en surface, on perçoit l'utilité des nombreux regards sur les nappes souterraines. Ces effondrements, ou cenotes, ont joué un rôle important de tout temps pour les populations; aussi lors de ses recherches, Désiré CHARNAY nous offre de nombreuses descriptions de ces cenotes en relation avec les vestiges de la civilisation Maya.

Lors de son voyage à travers l'Amérique du Sud, à deux reprises, il décrit des phénomènes naturels en relation avec des formations géologiques calcaires.

- Montagne de San Luis et Puente del Inca (Le tour du monde 1877 No. 2  
p. 394 - 410) :

"A onze heures, nous gravissons la pente escarpée de la montagne de San Luis, immense promontoire de la plaine, gigantesque falaise d'une mer pétrifiée.../

...Puente del Inca est la dernière station argentine de la Cordillère; elle prend son nom d'un pont naturel jeté sur la rivière Mendoza, qui s'est frayé un passage au milieu des cailloux agglomérés formant le soussol en cet endroit de la montagne. Des bains situés sous la voûte même du pont sont célèbres dans les contrées d'alentour, et l'on y vient des provinces les plus éloignées du Chili".

En 1880, près d'Amecameca, région de MEXICO, Désiré CHARNAY visite les grottes de Mispayantla à plus de 3 000 m d'altitude.

- Grottes de Mispayantla (tour du monde 1881 No. 2 p. 293 à 294):



Cénoté de Xcolac. -Dessin, d'après un croquis de l'auteur



Portrait de M. D. Charnay. -Dessin de d'après une photographie.



"Le lendemain de notre retour au village, j'organisai une excursion aux grottes qui se trouvent dans la barranca de Mispayantla. On m'avait autrefois parlé de ces grottes, d'où les Indiens m'avaient apporté des statuettes, des idoles et divers objets en cuivre; mais il ne faut avoir dans les Indiens qu'une confiance limitée: ils vous trompent et vous égarent à qui mieux. L'argent même ne les rend pas toujours soit plus communicatifs, soit plus véridiques. Néanmoins je tentai l'épreuve.

Une barranca est un écartement de montagnes, une vallée profondément encaissée, creusée par quelque torrent. Il y en a de profondes comme des précipices, il y en a de sauvages, et celle de Mispayantla est une des plus pittoresques. Elle part du pic du Moine, au pied même du Popocatepetl, et court de l'est à l'ouest pour venir déboucher dans la vallée d'Ameca.

Nous partîmes à six heures du matin, avec un guide et trois Indiens munis d'outils. La course est longue: nous n'arrivâmes qu'à onze heures et demie. Dans sa partie supérieure, la barranca est admirablement belle, et les bancs de roches, qui de chaque côté s'élèvent en murailles perpendiculaires, atteignent deux et trois cents mètres de hauteur. La rivière qui en occupe le fond est encombrée d'éboulis et de troncs d'arbres abattus, et le chemin y est difficile, qu'il nous fallut abandonner nos chevaux pour atteindre l'endroit où se trouvaient les grottes. Là, nous trouvâmes en face d'ouvertures situées à soixante-dix mètres au-dessus du sol. Deux Indiens nous taillèrent des gradins dans la muraille. Il nous fallut trois quarts d'heure pour atteindre les caves.

A première vue, nous éprouvâmes une désillusion profonde; les caves en question ne sont que d'immenses auvents produits par l'avancement de la roche. Dans la plus grande, qui mesure quarante mètres d'ouverture, on peut pénétrer à quatre pattes jusqu'à une profondeur de quinze mètres, mais le lieu est complètement inhabitable par suite de nombreuses infiltrations qui en font l'endroit le plus humide du monde.

Des trous et des éminences nous prouvèrent immédiatement que nous avions été depuis longtemps précédés par d'autres chercheurs.

Des ossements brisés, débris de crânes, étaient épars çà et là; mais il n'en était pas un seul qu'on pût utiliser. Deux croix de bois sur la droite, dans l'enfoncement, témoignaient de sentiments pieux pour le souvenir des morts.

Malgré l'aspect décourageant de la place, nos hommes se mirent à l'ouvrage, mais chaque coup de pic nous démontrait l'inutilité de nos recherches; partout la terre avait été fouillée. Nous recueillîmes cependant quelques débris; des manches de casseroles de toutes grandeurs, des fragments de vases en terre rouge rayée de noir, une idole incomplète de Tlaloc, un tuyau percé de trous, restant de flûte indienne. Nous étions là en présence d'un asile temporaire où se réfugiaient les Indiens après la coquête pour fuir les persécutions espagnoles et se soustraire au travail des mines. Ils y vivaient misérablement et y enterraient leurs morts.

Ces caves se trouvent à trois mille cent soixante mètres au-dessus du niveau de la mer.

Une tradition plus moderne en a fait un refuge de voleurs; c'était là, dit-on, qu'ils cachaient le fruit de leurs rapines et qu'ils enfermaient les prisonniers dont ils exigeaient une rançon.../'

Poursuivant ses recherches archéologiques, il est amené à visiter un vaste réseau de souterrains près du village de San Juan. Ceux-ci sont associés au complexe archéologique de Teotihuacan.

-Souterrains de San Juan (le tour du monde 1881 No 2 p 311):

"Marcelino me fait prendre la route de Pachuca afin de me faire visiter d'immenses souterrains qui avoisinent de ce côté le village de San Juan, et qui durent servir aux anciens de carrières pour leurs matériaux et plus tard de catacombes. Ces souterrains, cuevas, comme les appellent les indigènes, sont situés à l'ouest et à un kilomètre et demi de la pyramide de la Lune, à mi-chemin du village. Le premier s'ouvre par une assez grande rotonde avec trois embranchements qui se dirigent en sens divers, formant entre eux des angles de quarante à quarante-cinq degrés; ce sont de petits tunnels étroits et bas où souvent il faut se baisser pour pénétrer plus avant. Tout est fait de main d'homme. Les premiers explorateurs y rencontrèrent des ossements humains mêlés à des os de ruminants. Plus loin, à cent mètres au-delà, nous trouvons à l'entrée d'un autre souterrain beaucoup plus grandiose que le premier, et nous enfilons une des galeries où je marche pendant près de dix minutes sans en apercevoir la fin; mon guide me dit avoir fait plus d'un kilomètre dans cette même galerie et il prétend qu'elle conduit jusqu'à la pyramide du Soleil, à plus de deux kilomètres au-delà. Toute la contrée, ajoute-t-il, est remplie de cuevas de la même espèce. Le terrain est un conglomérat. Nous visitons également des salles immenses avec pendentifs d'un poids énorme, reposant miraculeusement sur des appuis d'une ténuité incroyable. Les habitants du village ont l'habitude d'y donner deux fois l'an des bals où se rend toute la population.

Dans ce grand souterrain, le conglomérat s'appuie sur une muraille calcaire, de sorte que les deux formations sont juxtaposées sans transition sur une ligne perpendiculaire, ce qui donne l'idée d'un soulèvement des plus curieux.

Aux environs de cette caverne se trouvent d'immenses blocs isolés de ces mêmes conglomérats, qui affectent les formes les plus bizarres et rappellent les terres brisées du Nebraska.

Un peu plus loin, nous arrivons à une autre cave avec rotonde et puits au centre lui donnant jour, cave sur laquelle les légendes s'étendent en mille histoires de voleurs qui précipitaient leurs victimes dans le puits après les avoir dépouillées. Là nous trouvons, en effet, de nombreux ossements humains, qu'on prétend être les restes des malheureux dont on nous conte la lamentable histoire".

Le deuxième séjour de Désiré CHARNAY au Yucatan est celui où nous trouvons le plus de données sur ces vastes plateaux calcaires et les cenotes, puits naturels qui permettent l'alimentation en eaux de ces terres arides et de leurs populations depuis de millénaires.

Dès son arrivée à Progreso et ensuite dans l'hacienda d'Ascora, il plante le décor de ce que sera son séjour au Yucatan.

- Progreso (le tour du monde 1884 No 1 p 4):

"Progreso est entouré d'une ceinture de marais qui prête au paysage un aspect des plus lamentables; cette zone franche, nous abordons une terre plate composée d'une couche calcaire concassée, squelette meublé d'un humus rare où se développe une maigre végétation de broussailles ; au-dessus de nos têtes un soleil implacable fait ressortir la nudité de cette campagne ingrate. Mais les natures les plus belles ne sont point les plus méritantes, et le Yucatèque a su faire jaillir de cette terre stérile une source inépuisable de richesse".

- Ascora aux abords de Merida (le tour du monde 1884 No 1 p 15-16):

"C'est au moyen de la mine et en faisant sauter ses roches qu'on a pu créer ce beau jardin; les travaux continuent et la carrière ouverte permet à M. Agassiz d'étudier la croûte pierreuse; il reconnaît que le calcaire à l'époque tertiaire la plus moderne et se trouve tout à fait semblable aux roches de la Floride, dont les plus modernes sont encore en voie de formation."

Dans le secteur du site archéologique d'Aké, il visite un cenote. A cette occasion, il présente la formation de ces effondrements et compare les plus connus. Il est à noter quelques observations sur la biologie de ces cavernes : poissons cavernicoles et hirondelles. Ces dernières deviendront célèbres par leur omniprésence dans de nombreuses cavités mexicaines.

- cenote d'Aké (le tour du monde 1884 N° 1 p 18 - 19):

"Nous partons à la recherche du cénoté, Shuty bondissant joyeuse au-devant de nous. Qu'est-ce qu'un cénoté ?

Si le Yucatan n'a ni fleuve ni rivière, il offre le phénomène curieux d'une vaste nappe d'eau souterraine avec courants indéterminés, nappe d'autant plus éloignée de la surface que la couche calcaire est plus épaisse; très rapprochée près de la côte, elle est très éloignée dans l'intérieur.

On appelle cénotés, les affaissements du sol qui permettent, à ciel ouvert ou en galeries profondes, d'atteindre cette couche d'eau.

Lorsque la nappe s'écoule à une petite profondeur et que la couche calcaire n'a été rongée que dans l'une de ses parties, on a un affaissement irrégulier qui produit une caverne ouverte sur toute sa largeur. Si la couche calcaire est de moyenne épaisseur et que la nappe d'eau ait un courant bien déterminé, elle ronge régulièrement le sol sur un espace qui s'arrondit généralement; la voûte, manquant alors de support, s'écroule, formant un immense puits à ciel ouvert comme les cénotés du Chichen-Itza; si au contraire la couche calcaire est très épaisse, le courant n'en ronge que les parties molles, dont une portion seulement s'écroule, laissant quelquefois une étroite ouverture dans la partie supérieure, et vous voyez alors une grotte véritable garnie de stalactites et de stalagmites et de stalagmites, comme à Saclun et à Valladolid; ou bien encore, dans les couches puissantes,

le cénoté affecte la forme d'un immense souterrain, comme à Bolonchen. Le cénoté offre donc tous les accidents produits par l'eau dans une couche friable.

Le cénoté est à cent cinquante mètre au-delà ! Il est de forme oblongue, et ses deux diamètres peuvent varier de quarante à cinquante mètres. La nappe d'eau est inabordable; la muraille, sans une brèche, est de toutes parts perpendiculaire et d'une hauteur d'au moins vingt mètres. L'eau paraît verte, soit à cause de sa profondeur, soit qu'elle reflète la sombre verdure qui l'entoure. L'isolement de cette nappe d'eau, la surface des parois encombrées de broussailles, d'arbustes et de lianes comme les murs d'un vieux château, l'aspect sauvage de la forêt, et par-dessus tous les souvenirs lugubres qui s'attachent au cénoté, lui prêtent une tristesse dramatique, indicible. C'était là, en effet, un lieu de pèlerinage et de sacrifices; Chichen était une ville sainte, et parmi ces lieux vénérés ce puits tenait une place importante. Un petit temple dont nous voyons les ruines désolées s'élevait sur ses bords; on offrait à la divinité de l'endroit non seulement des colliers de pierres précieuses, des vases d'or et d'argent, mais aussi des enfants et des hommes, et c'est probablement de là qu'on les précipitait dans l'abîme.

La vue que nous en donnons ne rend que d'une manière incomplète le tragique du paysage, car l'objectif ne peut le reproduire qu'en partie.

Landa nous parle également du cénoté comme du temple; une chaussée large et belle y conduit; il y trouve des vases et des offrandes de toutes sortes, et, ajoute-t-il, on y sacrifiait encore des hommes en 1560 ! cela est-il assez clair ?".

- Cenote de Mucuiché (tour du monde 1884 N° 1 p 50):

"A Mucuiché, autre belle hacienda, mais déserte; nouvel arrêt pour visiter un cénoté qui nous rappelle celui d'Aké; puis nous atteignons Sacalun, où nos mules, trempées de sueur, demandent un peu de repos.

Sacalun est un pauvre village, autrefois florissant, mais que ne s'est jamais relevé du pillage, de l'incendie et du massacre dont il fut victime en 1848, de par les Indiens bravos. Il n'a d'attrait pour le passant que son beau cénoté, immense rotonde de vingt mètres d'élévation, où l'on pénètre par une ouverture presque circulaire garnie d'un escalier de rondins de bois, qui permet d'arriver à la nappe d'eau; des stalactites pendent de la voûte, prêtes à rejoindre les stalagmites, et l'ensemble est grandiose et sauvage".

Le périple de Désiré CHARNAY le mène du Yucatan au Guatemala où il parcourt plusieurs centaines de kilomètres à travers le jungle et les chaînes de montagnes du Peten. Il rejoint le Paso de Yaxchilan au bord du rio Usumacinta qu'il redescend en pirogue. La traversée d'une chaîne de montagnes pose des problèmes. La description de celle-ci est intéressante puisque calcaire. Dans son texte Désiré CHARNAY ne parle pas de cavités et pourtant sur la carte que accompagne ses récits, il indique l' emplacement d' une grotte entre le col d'El Mirador et la "Subida del Aguila".

Il faut remarquer que tous les centres civilisés du Yucatan se sont formés autour de ces réservoirs naturels, car dans le principe les civilisateurs n'avaient probablement pas les moyens de creuser des puits ou des citernes, ni de construire des réservoirs artificiels comme ils le firent plus tard à Uxmal.

Quant au cénote d'Aké, il appartient à la première série de ces phénomènes; il forme comme un immense arceau à courbe légère auquel les accidents de roches prêtent un aspect pittoresque et grandiose. Dans le fond, à quelque vingt pieds au-dessous de la voûte, à trente de la surface du sol, se trouve un grand bassin d'eau limpide et fraîche, où s'agitent une multitude de petits poissons de dix centimètres de longueur, tandis qu'une nuée d'hirondelles parcourt la grotte en tous sens et l'emplissent de leurs cris joyeux".

Le voyage se poursuit avec entre autre, des visites à certains cenotes comme celui de Xcolac, ceux de Chichen Itza associés à une des plus grandes villes Maya célèbre surtout par la découverte d'offrandes qui ont été recueillies au fond du gouffre, et celui de Muciché-

- Cenote Xcolac (tour du monde 1884 N° 1 p 28 - 29):

"Nos hommes s'arrêtent tout à coup; nulle maison n'est en vue, nous sommes en plein bois ! C'est pour nous montrer sur la droite, à deux pas, le cénote de Xcolac, une très belle pièce d'eau, ombragée de grands arbres et pleine de poissons. Un groupe d'Indiens accroupis sur la rive y remplissaient leurs gourdes et nous tendirent leurs jicaras emplies jusqu'au bord; l'eau est fraîche et pure, et, dans un pays où elle est si rare, on se demande comment un réservoir aussi important, et d'autant plus précieux qu'il n'est jamais à sec n'a point servi de centre à une population agricole, hacienda, village ou rancho".

- Cenotes de Chichen Itza (tour du monde 1884 No 1 p 34 - 41 à 43):

"Chichen-Itza, qui veut dire " près du puits de l'Itza", tire son nom du cénote ou des deux cénotes près desquels était venue se grouper la population/...

e.../ Nous avons dit qu'il y avait à Chichen-Itza deux cénotes, immenses affaissements à murilles perpendiculaires contenant une profonde nappe d'eau alimentée par les courants souterrains. Ces deux réservoirs ont certainement amené la fondation de la ville et groupé dans leur voisinage la grande population dont nous parlent les historiens. Les habitants de Chichen n'eurent point à se livrer aux pénibles travaux de perforation des puits que Stephens a découverts dans le sud à Zibilnocas, puits de vingt-quatre pieds de profondeur; ils n'eurent point à fabriquer des citernes, ni de vastes étangs artificiels, comme nous le verrons à Kabah et Uxmal, travail gigantesque vu les instruments dont ils disposaient; la nature leur avait fourni l'eau en abondance dans ces réservoirs inépuisables et dont le niveau, quelle que fût la sécheresse, ne baissait jamais. De ces deux cénotes, l'un se trouve au centre de la ville, et c'était le cénote sacré est situé au nord du Castillo, en dehors des édifices et sur les confins de la ville. Pour y arriver, nous nous frayons une route à travers bois; à mi-chemin, nous trouvons la moitié d'une grande statue de Tlaloc, semblable à celle que nous donnerons plus loin et entière. Tout auprès s'élèvent des monceaux de ruines, restes de deux temples, au pied desquels nous rencontrons les





Cénôté sacré (voy. p. 42 et 43): - Dessin de A. de Bar, d'après une photographie.

immenses têtes de l'éternel serpent emplumé Quetzalcoatl, Cuculcan, qui semble avoir été le dieu principal du peuple de Chichen. Sur des pans de muraille encore debout, je remarque des bas-reliefs en parfaite conservation, dont l'un représente un grand poisson à tête humaine et l'autre un personnage à tête de mort.

- Description de la chaîne de montagnes (tour du monde 1884 N° 1 P 79 et 87):

"Nous devons le lendemain traverser la chaîne de montagnes qui nous séparait de la vallée de l'Usumacinta supérieur. Le passage est des plus pénibles et presque impraticable pour des mules chargées. C'est un soulèvement calcaire de même formation que la couche yucatèque, où le roc brisé affleure en lames pointues et tranchantes et les pentes y sont en maints endroits d'une déclivité dangereuse. Le chef muletier me propose donc d'enlever aux bêtes une réserve de vivres qui nous servirait au retour et dont nous n'avions nul besoin pour notre marche en avant.

En juin 1886, Désiré CHARNAY réalise sa dernière expédition au Yucatan. De nouveau, il nous présente plusieurs visites à des cenotes: de Mucuiche, Tecoch, Uaïma, Valladolid.

- Cenote de Mucuiche (tour de monde 1887 N° 1 p 274) :

"La grande place, plantée de vieux arbres qui précède l'hacienda, les cours immenses, le large escalier, les esplanades, les terrains, la chapelle, et les jardins donnent à cette demeure un air princier; deux cenotes, dont l'un à ciel ouvert et à murailles perpendiculaires et l'autre en forme de grotte, fournissent en abondance l'eau aux besoins des habitants".

- Cenote de Tecoch ( tout du monde 1887 N° 1 p 285):

"Mais nous arrivons, et sur la droite, dans le fourré, le guide nous conduit à une aguada formée par une immense dépression du sol, espèce de gran cenoté, probablement modifié par la main de l'homme. C'était un des réservoirs de la ville, dont la population était groupée aux alentours. Ce réservoir devait en effet être inépuisable, car il a de l'eau malgré trois années de sécheresse; il devait, étant bien entretenu, présenter un aspect des plus gracieux, avec sa belle nappe, obstruée aujourd'hui par les joncs et les plantes aquatiques, avec ses milliers de cocotiers, dévorés depuis peu par un incendie et dépouillés par les sauterelles qui ruinent la péninsule. Tel quel, il représente encore une oasis dans ce désert, en même temps qu'un souvenir historique perdu dans les bois. Les monuments de la ville se trouvent à 500 mètres au nord, et nous nous engageons dans la brousse précédés d'Indiens nous ouvrant une route avec leurs machetés."

- Cenote de Uaïma:

"Nous partîmes le lendemain de bonne heure pour gagner le petit village de Uaïma, et je veux présenter au lecteur le plus beau cenoté à ciel ouvert qui soit au Yucatan. J'en ai visité beaucoup; pas un seul n'en approche comme pittoresque et comme élégance; ils sont généralement d'une tristesse morne; ils évoquent, vous remplissent d'une vague terreur.

Celui-ci est vaste, largement ouvert, gai, jeune, charmant, entouré d'une verdure magnifique, plein de lianes, de fleurs et d'oiseaux; et il semble impossible qu'on y sacrifiât jamais des victimes humaines. Il est à deux pas de la route et près de l'église à l'ombre de laquelle nous laissons souffler nos mules, quand on me parla de cette merveille. Voyageant avec mon appareil photographique toujours garni de plaques sèches, il me fallut une demi-heure à peine pour prendre la vue du cenote.

Sur la gauche, à l'entrée, se trouve un vaste éboulement tout moderne et qui forme une immense caverne d'un blanc de neige; on arrive à la nappe liquide au moyen de cordes amarrées dans le roc, car la muraille, divisée en échelons gigantesques a plus de vingt mètres de hauteur. Quelques Indiens m'avaient suivi; d'autres prenaient déjà leurs ébats dans l'eau fraîche et limpide du bassin, de sorte que j'eus devant les yeux le charmant tableau que représente notre gravure".

- Cenote de Valladolid (tour du monde 1887 N° 1 p 293 à 295):

"Du reste Valladolid a son cénoté, grotte immense et profonde, l'une des plus belles et des plus pittoresques de la péninsule, avec ses éboulements de roches, ses cavernes, ses stalactites et sa belle nappe d'eau claire aux teintes verâtres, où se jouent de jolis poissons noirs. Ces poissons sans écailles, à peau lisse, de la famille des Siluroïdes, ont, les plus grands, de 18 à 20 centimètres de longueur, et, de chaque côté du ventre, deux épines dont on nous dit la piqure dangereuse; leur peau, gluante comme celle de l'anguille, laisse aux mains, quand on les prend, une forte couleur rouge, et, mis dans l'alcool, le teignent en rose. Ils paraissaient si familiers que je résolus d'en prendre quelques-uns pour en faire une friture; je comptais aussi en rapporter un bocal plein pour le Muséum, où peut-être ils étaient inconnus.

Ma ligne, armée d'hameçons fort grossiers, fabriqués avec des épingles, était à peine dans l'eau, que ces poissons se précipitèrent aussitôt comme des glouyons ou des naïfs. J'en eus vite une douzaine dans mon sac, qui me composèrent un plat délicieux. La chair rappelle celle de l'anguille; mais je ne pus recommencer la fête, car le lendemain, quand, plein de confiance, je leur jetai maligne, pas un seul n'y voulut mordre; ils fliraient l'hameçon d'un air soupçonneux et s'en éloignaient aussitôt comme avertis par l'expérience que c'était là un piège des plus dangereux".

La dernière étape de son voyage fut celle à l'île de Jaïna, où il nous décrit la formation calcaire de l'île et un phénomène de source d'eau sumâtre résurgeant dans la mer et captée par les habitants.

- Ile de Jaïna (tour du monde 1887 N° 1 p 314):

"L'île de Jaïna est située, comme je l'ai dit, à environ 32 kilomètres au nord de Campêche; elle passe, aux yeux des gens du pays, pour artificielle, ainsi qu'une autre île, plus petite, appelée isla de Piedras, située à 12 kilomètres au nord de la première et que nous visiterons plus tard. La supposition que ces îles sont artificielles est une fable comme il en court dans les contrées primitives, et il est facile de reconnaître à première vue que, si





Réservoir de l'ancienne ville de Tecoch. - Dessin de G. Vuillier, d'après une photographie.



Cénote de Valladolid (voy. p. 293). - Dessin de G. Vuillier, d'après une photographie.

le terrain a subi des remaniements considérables, la base de l'île est de formation calcaire, de même que tout le Yucatan.

L'île de Jaïna a 3 kilomètres de long sur environ 800 mètres de large ; elle est séparée de la terre ferme par un canal de 80 à 100 mètres de large, qui assèché à marée basse et dans lequel débouche un ruisseau appelé Sacpool, ruisseau de la tête blanche, parce que l'eau coule sur un fond de calcaire blanc.

Dans cette île au sol fécond, où, selon don Andrès, tout croît avec abondance, je n'ai point vu trace de récolte; on m'affirme que les habitants, découragés par l'invasion successive des sauterelles, ont renoncé à toute culture. Ils emploient donc leurs loisirs à la coupe du bois à brûler sur la grande terre, bois qu'ils amassent à Jaïna et que les canoas transportent à Campeche. Jaïma manque d'eau douce, comme tout le nord de la péninsule, où les Indiens construisaient des citernes, creusent des réservoirs ou profitaient des cénotés. Ici les habitantes n'ont d'autre ressource qu'un jet d'eau douce qui saillit dans la mer à quelque trente mètres du rivage et qu'ils ont emprisonné dans le tronc d'un palmier crevé; mais l'eau de cette source, se mêlant, quoi qu'on fasse, à l'eau de mer, est saumâtre, et voilà pourquoi pendant mon séjour je fus obligé boire de l'eau de coco.

Ce même phénomène de sources au milieu de la mer nous avait été signalé par Oviedo sur la côte orientale, en face de l'île de Cozumel, où les Espagnols débarquèrent à leur arrivée dans le pay; c'était de l'eau douce et fraîche, et ils y conduisirent leurs chevaux pour les abreuver. Là, comme à Jaïna, c'était une des voies d'échappement de la nappe souterraine qui parcourt le Yucatan, et il doit exister beaucoup d'autres sources du même genre en divers points de la côte".

#### BIBLIOGRAPHIE DE DESIRE CHARNAY

- 1862 - Un voyage au Yucatan (1860) Le tour du monde 1862 No 1 p 337 à 352  
1862 -Mexico (1861) Le tour du monde 1862 No 1 p. 353 à 368  
1877 - A travers la Pampa et la Cordillère de Montevideo à Santa Rosa (1876) Le tour du monde 1877 No 2 p 385 à 416  
1881 - Mes découvertes au Mexique et dans l'Amérique du Centre (1880) Le tour du monde 1881 No 2 p 273 à 336  
1884 - Voyage au Yucatan et au pays des Lacandons (1880)Le tour du monde 1884 No 1 p 1 à 96 Le tour du monde 1884 No 2 p 33 à 48  
1887 - Ma dernière expédition au Yucatan (1886) Letour du monde 1887 No 1 p 273 à 320

## LA EVOLUCIÓN DE LA VIDA CAVERNÍCOLA

Dr. Kenneth A. Christiansen

Traducción: Dr. José G. Palacios-Vargas.

(Conferencia dentro del proyecto PADEP 003001 Fac. de Ciencias UNAM)

Las cuevas representan un ambiente especial y poco común, tanto para los organismos terrestres como acuáticos. Ellas tienen similitud con los ambientes edáficos, por un lado, y con los ambientes abisales bentónicos por el otro; sin embargo, son únicas en la mayoría de sus características. Es su peculiaridad el que sean considerados laboratorios ideales naturales para el estudio de problemas ecológicos y evolutivos. A continuación, voy a tratar de demostrar cómo y por qué son únicas y, por lo tanto, el que representen oportunidades extraordinarias, como ya he señalado, para el estudio de fenómenos ecológicos y evolutivos; también proporcionaré unos cuantos ejemplos de los esfuerzos que se han hecho por aprovecharlas.

Los grupos que han evolucionado en cuevas cubren un amplio rango de formas. Por ejemplo, 12 diferentes órdenes de insectos tienen especies que han evolucionado ampliamente en las cuevas, incluyendo "palomillas" y "grillos".

El ambiente subterráneo contiene organismos de dos ambientes básicos diferentes, el terrestre y el acuático. El ambiente acuático está dividido en marino y dulceacuícola. Los sistemas cavernícolas se forman de muchas maneras, sin embargo, aquellos de interés sobre todo biológico se desarrollan de dos modos. El primero y, por mucho, el más ampliamente distribuido está formado en la roca caliza por la disolución de la roca, por lluvia acidificada y aguas de percolación del suelo, a menudo producen características cársicas tales como las que se ven en Güllin, China y en Puerto Rico, donde estas montañas se conocen con el nombre común de mogotes. En los Pirineos de Francia se pueden ver terrenos de carcos templados.

El segundo tipo de formas es el resultado de las propiedades de los campos lávicos. Como se sabe, la lava a medida que corre se enfría en su exterior, pero la lava aún caliente en su interior puede continuar escurriendo protegida del enfriamiento por la corteza de la superficie y, eventualmente, formar un largo tubo vacío antes de que el flujo se detenga.

Por lo que se refiere a su distribución, las cuevas calcáreas están ampliamente repartidas en todas partes del mundo; éstas, comparadas con las de tubos lávicos están más limitadas y corresponden a los tipos de oquedades dominantes en las islas tropicales, aunque son también comunes en algunas otras zonas.

Mientras que estos ambientes diferentes tienen un número de características que separan por completo a unas cuevas de otras, todas tienen características terrestres de importancia para los organismos comunes. Éstas características son similares no solamente en diferentes ambientes cavernícolas sino también entre diferentes regiones geográficas. En todos los lugares, las cuevas pueden ser subdivididas en tres zonas: la entrada, la zona de transición y la zona profunda. Cabe señalar que cada zona tiene características predecibles y poco comunes. Las entradas son las responsables de las condiciones locales y son las más variables. Por el contrario, las zonas profundas son ambientes mucho más estables, de ahí que sus ambientes terrestres muestren los caracteres más predecibles. La ausencia total de luz es una característica universal por lo que hay para los organismos terrestres una temperatura relativamente constante y una humedad constante y muy elevada. Los ambientes acuáticos generalmente están caracterizados por una baja cantidad de alimento como resultado de la

carencia de fotosíntesis. De ahí que el agua de las cuevas sea generalmente clara y de apariencia limpia. El suministro de alimento que tienen casi siempre proviene de dos fuentes: del acarreo por agua y por los organismos terrestres. Las cuevas con inundaciones regulares, a menudo tienen suministros periódicos ricos en nutrimentos. Los ambientes terrestres también tienen a las inundaciones como la más amplia e importante fuente de comida, de cualquier forma, hay otras dos grandes y erráticas fuentes de alimento: En las cuevas de caliza, individuos nocturnos del exterior que incluye a los pájaros guácharos y otras clases de aves, los grillos y los murciélagos que usan las cuevas como refugio diurno, proporcionando así una rica fuente de alimentos con su guano y sus propios cuerpos; tomando en cuenta además que en sí mismos albergan a muchos parásitos. Estas masas de detritos, con frecuencia enormes, proporcionando así una fuente peculiar y muy rica de alimento, ya que están a menudo llenas de insectos y otros artrópodos. Estas formas son similares (y con frecuencia idénticas) a formas epigeas coprofílicas o saprofílicas y que algunos de los que viven sólo en cuevas, muestran pocas modificaciones morfológicas para la existencia cavernícola, sin embargo, a menudo manifiestan claros cambios de comportamiento y gran facilidad para localizar las masas de guano. Las adaptaciones fisiológicas y etológicas de las formas guanófilas cavernícolas son un campo fértil para futuras investigaciones.

Por lo que toca a los tubos de lava, éstos proveen otro habitat especializado en las raíces de las plantas que característicamente crecen a través del techo de las cuevas. Estas raíces proveen un rico ambiente para la fauna cavernícola especializada, principalmente, grillos, palomillas, escarabajos y tijerillas. Todos estos habitats terrestres cavernícolas profundos, muestran una gran similitud y sorprendentes diferencias respecto a los ambientes de la superficie. Los primeros son, otra vez, menos variables que los habitats de la superficie. Además, ellos generalmente son mucho más simples, con menos variables físicas y con menos especies de organismos que los de los habitats de la superficie comparables. Los sistemas cavernícolas están muy dispersos pero no están uniformemente distribuidos, como en las áreas de cuevas en Estados Unidos. La naturaleza dispersa de los ambientes cavernícolas, combinada con su aguda diferenciación de los ambientes de la superficie hace de las cuevas esencialmente vastos archipiélagos para los organismos que viven en ellas. Si fuéramos a mapear las cuevas de cualquier región sobre la tierra, todas las zonas, excepto la Región Ártica, tendríamos mapas similares a los mostrados aquí. La naturaleza similar a islas de estas cuevas da por resultado que cada sistema cavernícola sea una serie de laboratorios donde los mismos experimentos ecológicos y evolutivos se están llevando a cabo, así como en todos los otros sistemas cavernícolas. Adicionalmente, a medida que las formas se convierten más y más limitadas a los ambientes cavernícolas, la posibilidad de transferencia accidental de uno a otro sistema es nulo. ¿Qué hacen estos animales en dichos laboratorios?. En términos de evolución, algunos de los resultados son claros y casi universales. Los organismos que invaden el ambiente subterráneo están generalmente preadaptados a la vida en las cuevas de una manera o de otra. A ciencia cierta, no hay seguridad de cuáles son estas adaptaciones, pero las evidencias de que ésto es así, deriva del pequeño porcentaje de cualquier gran taxón animal que sobrevive y es capaz de reproducirse en las cuevas. La mayoría de los grupos de organismos que son atrapados ocasionalmente en alguna gruta, mueren relativamente rápido o sobreviven por algún período de tiempo, que a veces puede ser largo, pero son incapaces de reproducirse. Los colémbolos del género *Dicyrtoma* vistos aquí, son un buen ejemplo de tales organismos. Dichas formas son llamadas accidentales o troglóxenas. Otros organismos, tales como *Folsomina prima*, son algunas veces capaces de reproducirse en cuevas pero sólo en las entradas, habitats que son

muy parecidos a los de la superficie o a los de comunidades epigeas. Unas cuantas especies, tales como *Tomocerus bidentalus* son capaces de sobrevivir tanto en las profundidades sin luz de las cavernas, como fuera de ellas. Estas formas son llamadas troglófilas y los grupos que evolucionaron de ellos son de gran interés científico. Si tienen éxito en las cuevas y han evolucionado en ellas durante tiempo suficiente, perderán su pigmentación, sus ojos y su piel se volverá por completo delgada. Los cambios iniciales tienen relación con la pigmentación y la pérdida de ojos, pero eventualmente esto será acompañado con el adelgazamiento y alargamiento de los apéndices llamados "gracilización". Dichas modificaciones están acompañadas por hipertroficación del tacto y en muchos casos de los sentidos "olfatorios". Al mismo tiempo, estos cambios iniciales son frecuentemente acompañados de variaciones en el metabolismo y su ciclo de vida. Los rangos metabólicos están a menudo abatidos, permitiendo a los animales sobrevivir largos períodos de inanición. Así, los animales tienen una baja en su metabolismo y viven más tiempo. Thibaud (1970) ha estudiado géneros de la superficie muy emparentados y colémbolos adaptados a la vida cavernícola y muestra este efecto claramente. Esta tendencia está acompañada por la puesta de menor número de huevecillos, pero de mayor talla. En una variedad de insectos esto está aparejado de un acortamiento de la vida larval, y en algunos escarabajos la eventual eliminación de una larva de vida libre. El resultado inevitable de esto es que, dentro de cualquier grupo de organismos evolucionado dentro de las cuevas, tiende a desarrollar ciclos de vida semejantes.

Estos animales también tienden a desarrollar morfologías muy similares. Este descubrimiento nos llevó en 1961 a acuñar el término de "troglomorfa" para aquellos caracteres morfológicos peculiares y característicos de organismos cavernícolas. La existencia de tales características nos capacita para estar relativamente seguros del nivel de adaptación de un organismo a las cuevas. Estas características evolucionan independiente en el mismo grupo en muchas áreas - la forma corporal en el *Aphaenops* francés podría estar casi completamente duplicado, y ha evolucionado independientemente en Estados Unidos. *Neaphanops* o los *Mexaphanops*, o un número de otras formas cavernícolas. Aún más notoria es la similitud vista a través de linajes de familia, como los observados en la altamente evolucionada Catopidae de Francia. Cada grupo tiene su propio conjunto de características troglomórficas, como puede verse en los isópodos, arañas, ciempiés, y en grillos cavernícolas.

Este fenómeno llamó primero mi atención en 1956-1957, cuando comencé a estudiar los colémbolos de cuevas de Norteamérica. El Dr. Riozo Yoshii de Japón justamente había terminado su obra maestra de los Collembola cavernícolas de Japón y comparado la fauna de los Estados Unidos con la japonesa, y la ya bien conocida fauna europea. Se vio claro que la familia dominante en las cuevas es Entomobryidae. De cualquier manera, las formas comenzaron a salir, como, quizás unas 30 especies de la superficie, tales como *Lepidocyrtus*; más de 35 formas altamente preadaptadas, tales como las *Pseudosinella*, y aún algo más de 36 formas preadaptadas, tales formas altamente derivadas terminarán viéndose como las formas muy evolucionadas.

Numerosos estudios han demostrado la existencia de características troglomórficas en muchos grupos de animales. Estas características pueden incluir la fisiología y el comportamiento. Desde entonces se han encontrado cuestiones equivalentes para grupos de Collembola de Hawaii, México, Australia, Tailandia, Korea y muchas otras partes del mundo. Los estudios llevados a cabo entre 1958 y 1961 me convencieron de que todas las características morfológicas de los Collembola cavernícolas de la familia Entomobryidae podrían ser divididas en características que evolucionaron del mismo modo en todos los ambientes cavernícolas y aquellos que



evolucionaron de forma diferente en cada sistema de cuevas. El primero lo llamamos dependiente y, el segundo, independiente de cuevas. El primero incluye caracteres tales como la forma del cuerpo, longitud de las antenas, ojos, pigmentación, y algunos órganos sensoriales, así como las estructuras de la pata. Se puede observar el desarrollo paralelo de las estructuras de la pata visto en tres linajes separados en las *Pseudosinella* europeas, pero cambios similares podrían ser vistos en algunos otros 30 linajes en todo el mundo. Un estudio subsecuente de las formas troglomórficas en otros grupos de animales, muestran que tendencias similares están ampliamente distribuidas pero no universalmente; de cualquier modo, muy pocos de ellos han sido analizados de la misma manera.

Los caracteres independientes de las cuevas, incluyen aspectos como la quetotaxia, subsegmentación de las antenas, cubierta del cuerpo, caracteres sexuales tales como la placa genital y la estructura de las piezas bucales. Los caracteres dependientes de las cuevas cambian de tal manera tan regular que permitieron dividir las características en tres niveles de adaptación, para cada carácter claramente dependiente de las cuevas. Esto fue de utilidad ya que nos permitió cuantificar el nivel de adaptación cavernícola para cada característica, y llegar a una media de todas las adaptaciones cavernícolas para cualquier especie. Cuando analizamos un total de 39 especies bajo estos criterios, se observó claramente que el proceso de adaptación para los colémbolos podría incluir tres etapas. En el primer estado, ellos hacen la transición a la vida cavernícola. Los animales llegan de distinta manera preadaptados por modificaciones, tales como aquellas para la vida en el suelo, que les permite hacer la transición más o menos fácilmente. Estas preadaptaciones son diferentes para los terrestres, acuáticos, guanófilos o consumidores de raíces. De cualquier forma, parece claro que una de las primeras cosas a las que ellos generalmente tienen que adaptarse, es a la extrema disposición de sustitutos de los recursos alimenticios y a aquellos que, por lo general, no son seguros. También parece claro que esas adaptaciones iniciales no son fáciles de llevarse a cabo ya que sólo un pequeño porcentaje de todos los linajes lo logra, y aquellos que no involucran ningún cambio morfológico. Durante el segundo estado, los organismos comienzan a mostrar cambio troglomórfico, pero aún se encuentra mucha variación. Estas formas tienden a ser bien adaptadas a la vida cavernícola pero también pueden vivir en ambientes epigeos, cuando menos bajo circunstancias especiales. El último estado de adaptación para las cuevas es marcado por el extremo troglomorfo y la estricta convergencia entre los linajes.

Las formas que muestra este nivel están casi todas estrictamente limitadas a las cuevas y, generalmente, no pueden sobrevivir en condiciones epigeas por ningún período de tiempo. También están muy limitadas en el rango y logran desplazar a cualquier especie menos modificada en las áreas que ocupan (Christiansen, 1992). Esta limitación de rango en formas altamente troglomórficas puede ser vista claramente en la distribución de *Pseudosinella vera*. Esta especie es encontrada en cuevas de México: Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz. La especie muestra extrema variación en el nivel de troglomorfía, la forma más oscura está alternando con la forma más troglomorfa. Esto muestra la clara disminución del rango con troglomorfía incrementada.

Muy pronto, en nuestros estudios del significado adaptativo de los cambios morfológicos convergentes que estábamos viendo, se volvieron más interesantes. Muchos de estos cambios no podían ser analizados. Sin embargo, decidí que podría ser posible ver cuáles de las adaptaciones en la estructura de la pata estaban vinculadas. Después de muchos años de trabajo, fuimos capaces de hacer ésto. La morfología de la pata de los colémbolos de la familia Entomobryidae es compleja y está formada de tres elementos básicos, el unguis con cuatro

lámimas, el apéndice empodial y el "tenent hair", que generalmente tiene un papel menor. Las formas de la superficie muestran poca orientación regular, como cuando la posición de la pata contacta con distintos sustratos. A medida de que ellos entran a las cuevas, encuentran tres sustratos muy comunes, que son raros en ambientes previos: arcilla húmeda, rocas mojadas y pequeños estanques de agua. Para aquellos que se mueven en rocas húmedas, la posición lateral es más efectiva, ya que permite a las lamelas laterales más anchas adherirse a la roca. Algunas formas desarrollan el hábito, como aquí se observa, de siempre sujetarse a este sustrato con esa posición de la pata, y de esa forma el diente lateral del lado inferior bajo se alarga, lo que mejora considerablemente la tracción (Fig.1). Al mismo tiempo el barro húmedo presenta otro problema. Aquí las formas que caminan en este sustrato mantienen el unguis y apéndice empodial hacia abajo, obteniendo el mayor éxito en moverse sobre el sustrato. Todas las especies adaptadas a la vida cavernícola lo hacen así. La penetración en el sustrato es aún pobre; de cualquier forma, el alargamiento y estrechamiento del unguis y del apéndice empodial permite una penetración más profunda y una locomoción más efectiva. Esto también involucra un cambio basal del ahora alargado diente lateral. Eventualmente se desarrolla una estructura similar a un largo remo, y ésto representa una nueva posibilidad. Si los animales ahora cambian la posición de contacto de la pata a la antigua posición recta, el largo y flexible ápice del unguis se dobla alrededor y hace un excelente contacto con el sustrato. En este punto, el largo diente basal deja de ser funcional. El resultado es claro: se degenera y se termina con un tipo de unguis que hemos visto en lo alto de las series. La estructura de la pata ahora ha alcanzado un estado donde un horizonte completamente nuevo se ha abierto. Es hasta entonces que los múltiples parches de agua estancada o en movimiento eran trampas mortales para los colémbolos, ya que ellos eran incapaces de moverse eficientemente. El desarrollo de la nueva estructura de la pata representa una posibilidad asombrosa. Si el animal sobre la superficie del agua mantiene el apéndice empodial en ángulo recto al unguis, el "remo unguicular" penetra en la superficie del agua y el animal puede no sólo caminar fácilmente sobre la superficie, sino aún correr sobre un menisco. Así, hay una continua interacción entre la evolución del comportamiento y la forma. Con cada cambio en formas preadaptadas se favorece (por selección natural) un cambio en el comportamiento y por cada cambio en el comportamiento preadaptativo se favorece un cambio de forma. Así, las cuevas proporcionan un laboratorio único, porque somos capaces de entender y analizar precisamente las direcciones selectivas a las que los organismos están respondiendo.

En adición (al hecho de que las cuevas sirven como laboratorios evolutivos por su naturaleza y la restricción del movimiento dentro de ellas), permite el aislamiento reproductivo de las formas primitivas e intermedias y que a menudo posibilita que persistan en cuevas aún cuando sean reemplazadas de los ambientes epigeos, donde formas adaptadas pueden distribuirse más rápidamente. Esto fundamenta la característica más notoria de las cuevas, que son un lugar donde los "fósiles vivos viven". Las cuevas también a menudo actúan como refugios. A medida de que las condiciones se vuelven más frías o más calientes, o más secas; el ambiente subterráneo con sus condiciones más estables para todos estos parámetros, a menudo albergan relictos de tiempos pasados. Por lo tanto (en escarabajos, colémbolos y muchos otros grupos de artrópodos), encontramos relictos glaciares en cuevas de Iowa, Illinois e Indiana, así como en muchas partes del norte de Europa y, relictos templados cálidos, en las cuevas del Norte de Europa, Minesota y Iowa.

En todos estos estudios se ha sufrido de la incapacidad de medir algunos de los mayores componentes conocidos, por ser los que se manejan o, cuando menos, están asociados con los

procesos evolutivos. Estos incluyen variación genética, deriva génica y diferenciación entre las poblaciones y, sobretudo, la naturaleza y medida de la selección natural. Estudios más recientes de Sbordini *et al.* (1988), Hüppop (1987), Wilkens (1988), Kane y Richarsen (1991) y Culver (1987), entre muchos otros, han ayudado a comenzar a resolver algunos de estos problemas. Los estudios de diversos investigadores alemanes e italianos sobre los peces cavernícolas de México, en particular del género *Astyanax*, han sido muy ilustrativos. Las formas de estos peces de la superficie son completamente diferentes de aquellos encontrados en las grutas. Los cambios vistos son muy similares a aquellos observados en otros peces, que han evolucionado a la vida cavernícola, incluyendo la reducción y la eventual pérdida de los ojos, pérdida de pigmento, expansión de órganos sensoriales químicos y en ocasiones de los órganos sensitivos de la presión de la línea lateral. Lo más notorio es que, mientras que las poblaciones de la superficie y las cavernícolas de la misma especie (o especies muy emparentadas) son capaces de entrecruzamiento en el laboratorio, es que estando frecuentemente en contacto con la naturaleza generalmente no se cruzan.

Considero que un libro muy reciente de Culver, Kane y Fong (1995), llamado "Adaptación y Selección Natural en las Cuevas", probará ser una obra maestra en nuestro conocimiento de la evolución en las cuevas. Ellos estudiaron un sólo organismo cavernícola: el crustáceo *Gammarus minus*. Esta especie está ampliamente distribuida en el Este central de Estados Unidos, sin embargo, también se halla ampliamente en cuevas de Virginia del Oeste. Tiene formas altamente troglomórficas en dos pequeñas áreas de dicho estado, mostradas por las manchas negras y han sido descritas como especies separadas. Durante muchos años, ellos han estudiado casi todos los aspectos de esta especie y de las cuevas en que se encuentra para contestar preguntas básicas concernientes a su evolución. Estos autores han analizado la estructura genética y la deriva génica entre las poblaciones, utilizando electroforesis y DNA secuencial. También analizaron en detalle la variación morfológica entre y dentro de las poblaciones. Desafortunadamente, los factores genéticos que estudiaron no fueron aquellos asociados con la morfología que analizaron. Ellos también han estudiado la hidrología de los ríos y las cuevas en la estructura del drenaje de las cuencas en las áreas concernientes, así como las características físicas de estas aguas. Este sorprendente y detallado conocimiento les permitió construir un panorama de los procesos a que ha llevado la naturaleza a esta especie en los cambios evolutivos observados.

Un primer descubrimiento fue que, contrario a la situación observada en los ambientes cavernícolas terrestres, el ambiente de los arroyos cavernícolas es extremadamente variable. En efecto, cuando se comparan con los ambientes de la superficie, los manantiales o resurgencias donde el agua se vierte a la superficie, las aguas tienen mayores variaciones en temperatura, cantidad de nutrientes y químicos que la conforman. El único carácter constante que muestran es la ausencia de luz. Sobre todo, ellos parecen tener una reducida disponibilidad de comida, pero dicha cantidad es más variable en los ambientes de la superficie.

Un segundo descubrimiento está relacionado con la naturaleza de la selección de los procesos en las cuevas, contrario a lo que ocurre en los manantiales o resurgencias. Tres características fueron examinadas en detalle: tamaño, alargamiento de la antena y reducción de las estructuras oculares. Todos estos caracteres muestran troglomorfa con las formas cavernícolas teniendo ojos de tamaño más pequeños (o aún ausentes), y aumento de la longitud de la antena. Ellos descubrieron que las poblaciones en las cuevas tenían sólo selección direccional para los tres caracteres. Las poblaciones de los manantiales tenían una dirección selectiva opuesta para una característica (tamaño de ojo agrandado), sin una clara selección



concerniente a la longitud de la antena y a la selección positiva para el incremento de tamaño. El hecho de que el tamaño de los ejemplares que viven en manantiales es mucho más pequeño que el de los que viven en las cuevas, probablemente se explica por el hecho de que hay un pez en los manantiales que selecciona ejemplares grandes para comer y esta depredación está ausente en las cuevas donde el pez no puede vivir. La ausencia de selección estabilizadora en las cuevas se entiende, ya que *Gammarus minus* está aún en los estados tempranos de la evolución cavernícola, y la mayoría de las teorías predicen que la dirección de selección domina bajo estas circunstancias (Culver, Kane & Fong, 1995).

Un tercer descubrimiento fue que, así como en el pez cavernícola había poco flujo génico entre las poblaciones de las cuevas y de los manantiales del mismo drenaje.

Estos estudios no cubrieron muchos otros temas fascinantes, tales como el hecho de que la ley de "Dollo" no se aplica a la reducción de ojos en *Gammarus minus*, pero lo más interesante fue su clara metodología del análisis de la manera en que los factores geográficos, topográficos (o hidrológicos), ambientales, genéticos y morfológicos interactuaban. Ellos consideraron todas las posibles formas de interrelaciones que podían ocurrir y usaron una variedad de estadística sofisticada y técnicas analíticas para determinar cuales tenían una interacción positiva. Los resultados fueron claros. Las diferencias en las condiciones hidrológicas tuvieron una influencia en la estructura del hábitat y viceversa. También hubo una similar interacción positiva mutua entre la estructura hidrológica y la distancia geográfica. La similitud en la estructura génica fue sólo positivamente alterada por la distancia hidrológica, probablemente influenciando la deriva génica, pero como se mencionó antes, fue negativamente afectada por las diferencias ambientales. Por otro lado, el factor más importante que determinó la similitud morfológica lo fue el hábitat (las formas cavernícolas se parecen más a otras formas cavernícolas, las formas de manantiales, a otras de manantiales), pero la estructura genética ancestral también jugó un papel importante. Así, si nosotros hacemos la pregunta básica de qué determina la apariencia de las formas cavernícolas, la respuesta es clara: primero es la naturaleza de las fuerzas de selección determinadas por el hábitat y, segundo, los linajes ancestrales de las cuales estas formas se originaron.

En conclusión, solicito urgentemente a cualquiera interesado en el estudio de la evolución ir a las cuevas. Allí ustedes tienen la ventaja de ser capaces de realizar experimentos evolutivos controlados, los cuales han sido hechos por la naturaleza durante millones de años, sin el apoyo económico del gobierno para supervisar el laboratorio. A México le ha tocado tener un rico aporte de cuevas poco común e igualmente rico en organismos cavernícolas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Christiansen, K.A. 1961. Convergence and parallelism in cave Entomobryinae. *Evol.*, 15(3):288-301
1992. Biological Processes in space and time cave life in the light of modern evolutionary theory. in A. Camacho Ed. 1992. The Natural History of Biospeleology. Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales. 455-478 pp.
1995. La evolución de la vida cavernícola. *Mundos Subterráneos*, 6: 1-20.
- Culver, D. C. 1987. The role of gradualism and punctuation in cave adaptation. *Int. J. Speleol.*, 16:17-31.
- D., T. Kane & D. W. Fong. 1995. Adaptation and natural selection in caves. Harvard University Press.

- Hüppop, K. 1987. Food-finding ability in cave fish (*Astyanax fasciatus*). *Int. J. Speleol.*, 16:59-66.
- Kane, T. & R. Richhadson, 1991. The evolution of troglobites *Gammarus minus* (Amphipoda: Gammaridae) as a case study. *Mem. Biospeol.*, 18:3-14.
- Sbordini, V., G. Alegrucci, F. Baldari & D. Cesaroni. 1988. Evolutionary genetics and morphometrics of a cave crayfish population from Chiapas (Mexico). *Int. J. Speleol.*, 17(1- 4):65-80
- Wilkens, H. 1988. Evolution and genetics of epigeal and cave *Astyanax fasciatus* (Characidae: Pisces): support for the neutral mutation theory. *Evolutionary Biology*, 23:271-367.

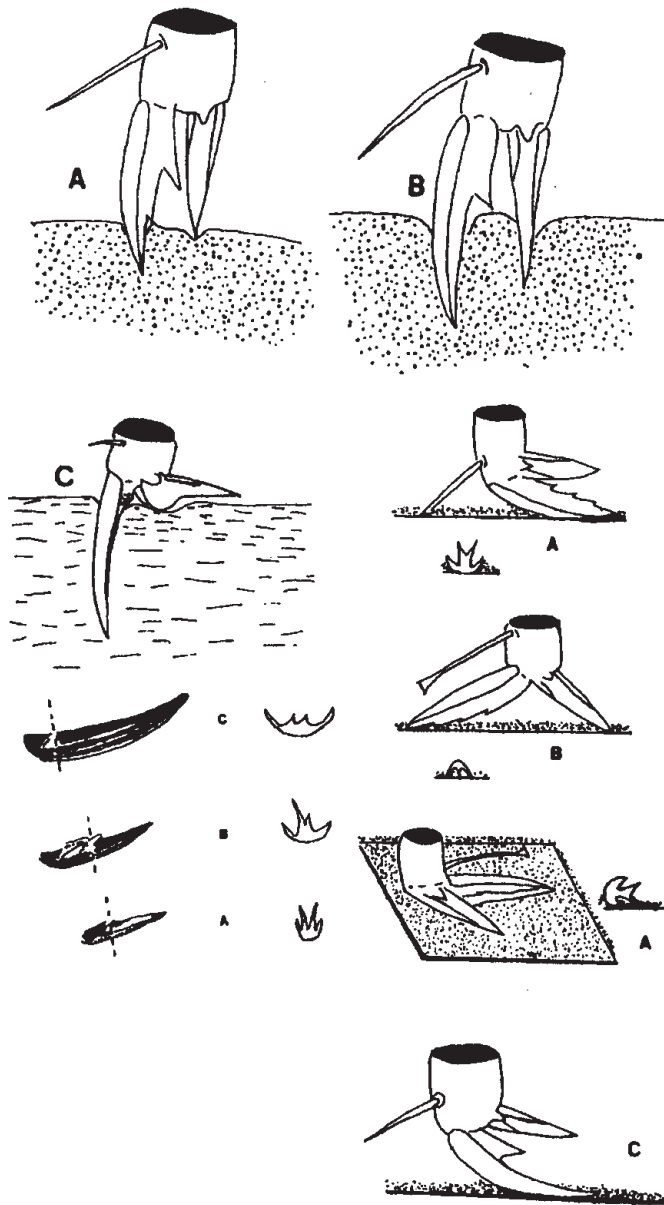


Fig. 1. Evolución de la pata de los colémbolos cavernícolas del género *Pseudosinella* (Entomobryidae)

México, D. F. 20 de julio de 1995

**COMISION DE ECOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE  
CAMARAS DE SENADORES Y DIPUTADOS**

En atención a la convocatoria de Consulta Nacional sobre LEGISLACION AMBIENTAL, publicada el 22 de marzo de 1995, el que suscribe, Dr. José G. Palacios-Vargas, me permito hacer algunas recomendaciones relativas a la Protección del AMBIENTE CAVERNICOLA.

Después de haber analizado detenidamente la vigente Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de la SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA, publicada en el Diario Oficial el 28 de enero de 1988, y con base en la Consulta Nacional convocada por la Comisión de Ecología de la Cámara de Senadores y Diputados, atentamente me permito poner a sus finas atenciones una propuesta para adicionar en la citada ley EL AMBIENTE CAVERNICOLA.

La propuesta es emanada de la experiencia que tengo en el estudio de la vida cavernícola del país, como Profesor e Investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México (durante casi 20 años), del conocimiento de la problemática nacional referente a la Espeleología, como Presidente de la Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas, A. C. durante cinco años y de la información recabada en los últimos años, como Secretario Adjunto de la Unión Internacional de Espeleología, sobre la reglamentación del ambiente cavernícola de otros países, principalmente de América Latina y Europa.

En caso necesario estoy en la mejor disposición de proporcionar información adicional, así de participar más directamente en la modificación de la actual Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para poder incluir mi propuesta.

Ha sido de gran interés para mí el analizar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y ver que en ella se incluyen numerosos aspectos de la reglamentación de las actividades que pueden afectar la vida silvestre. Sin embargo, actualmente se necesita de una gran difusión en los medios masivos de comunicación para que sea del conocimiento general de la población, así como la participación de ésta para hacerla valer y respetar. Espero que otras instancias educativas, gubernamentales o asociaciones puedan también aportar propuestas a esta Consulta Nacional sobre la LEGISLACION AMBIENTAL, sobre todo en campos que están fuera de mi especialidad, como el arqueológico, el social y económico.

Atentamente:

DR. JOSE G. PALACIOS VARGAS  
Profesor Titular "B", T.C., UNAM  
Investigador Nacional, S.E.P.  
Presidente de la UMAE, A. C.  
Secr. Adjunto de la UIS.

c.c.p. M. en C. Julia Carabias Lillo, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

c.c.p. Sen. Luis H. Alvarez Alvarez, H. Congreso de la Unión.

c.c.p. Dirección General de Ecología, Subdirección de Areas Protegidas.

**PROPUESTA DE INCLUSION DEL AMBIENTE CAVERNICOLA  
EN LA LEGISLACION AMBIENTAL DEL GOBIERNO DE MEXICO**  
(Julio, 1995)

**A). DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

México es conocido a nivel internacional por la gran cantidad de cuevas, grutas, sótanos y otros ambientes cavernícolas. Aquí se conocen sistemas cavernícolas con más de 40 km de desarrollo horizontal, cuevas con casi 2,000 m de desarrollo vertical, así como tiros de cerca de 400 m de caída libre. Su importancia en el deporte, la Arqueología, Hidrología y en particular en la Biología ha sido señalada numerosas veces.

Una parte importante de la biodiversidad faunística de México, con numerosas especies endémicas (exclusivas del país), está representada por la fauna cavernícola. A la fecha se conocen más de 2,000 especies de cerca de 7,000 distintas cuevas del país.

Es notorio que los ambientes subterráneos son muy ricos en especies endémicas y presentan con frecuencia una gran importancia biológica ya que albergan una flora y una fauna características del patrimonio natural mexicano.

Constatando que de forma muy frecuente los ambientes subterráneos se degradan, en particular las grutas accesibles al hombre, además de que una parte de esas grutas ya tienen un estado biológico crítico,

Considerando que el ambiente subterráneo es único en varios aspectos, que incluye elementos de roca caliza (o de otra índole) y la acción del agua, que contiene numerosas especies endémicas y sobre todo que es mucho más sensible que otros ambientes,

Observando que en ninguna parte de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente en nuestro país se incluye específicamente a las cuevas, grutas, cavernas, sótanos y, en general, al ambiente subterráneo y sus habitantes,

Conociendo que las cuevas de México son de gran interés para muchos extranjeros, quienes además de efectuar no sólo actividades deportivas, sino de investigación faunística, en ocasiones realizan colectas de manera indiscriminada y sin autorización alguna. Se tiene conocimiento de que hasta algunas sociedades científicas extranjeras han solicitado a autoridades locales la protección de este ambiente, sin embargo, hasta la fecha no hemos sabido de ninguna acción concreta.

Como Presidente de la asociación civil Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas, A. C. (UMAE) y como Investigador Nacional he podido verificar varias irregularidades en las actividades de amateurs, diversos deportistas y espeleólogos nacionales o extranjeros, cuyas actividades pueden quedar fuera de la legalidad.

## **B). ARTICULOS E INTERPRETACION JURIDICA DE LA LEY QUE OCASIONA EL PROBLEMA**

Con excepción de los artículos 121 y 122 de la Ley GEEPA, relativos al Capítulo II sobre la Prevención y Control de la contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos, donde se trata sobre la protección de las aguas en el suelo o subsuelo, no se hace ninguna otra mención de la fauna y flora del ambiente subterráneo.

Las cuevas, grutas, cenotes, cavernas, simas y demás ambientes subterráneos deberán ser incluidos en el Capítulo II de la Ley GEEPA, que corresponde al SISTEMA NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS, debido a su importancia.

De conformidad con el artículo 77, de la citada Ley GEEPA esta Secretaría debe realizar un registro de las áreas importantes; incluyendo aquellas que presentan grutas, para que integren el Sistema Nacional de hábitats relevantes como Areas Protegidas.

Además de los parques marinos nacionales se deberán establecer "Monumentos Anquihalinos" (cuevas litorales marinas) que son ambientes litorales marinos con gran riqueza faunística, cuyo valor en México no ha sido estudiado. De acuerdo con el artículo 71, se deberán establecer por declaratoria del Ejecutivo Federal y se puede incluir en el mismo artículo, así como en el 74 para la protección de su fauna y flora.

## **C). CONCLUSIONES Y PROPUESTAS**

### **CONCLUSIONES**

Los ambientes subterráneos contienen hábitats como el agua, el suelo y el guano de los muélagos (entre otros), es decir varios de los medios que contempla la Ley GEEPA, por ello debe de ser de interés su legislación e inclusión en la mencionada LEY.

Considerando que corresponde a la actual Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, tomar las medidas legislativas y reglamentarias apropiadas y necesarias para proteger los hábitats de las especies silvestres de la flora y de la fauna, en particular de aquellas que por su naturaleza, beneficio o especificidad pueden estar en peligro de extinción y para sobreguardar los hábitats naturales amenazados por desaparecer; debe de ser incluido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA) el AMBIENTE CAVERNICOLA del país, para proteger las cuevas y ambientes similares, así como su fauna.

### **PROPUESTAS**

1. Establecer inventarios nacionales de ambientes subterráneos de interés biológico, utilizando los criterios de prioridad que establece la Ley GEEPA, dichos inventarios deberán incluir, en particular:



a) todos los tipos de ambientes subterráneos (cuevas, grutas, sótanos, cavernas y ambientes subterráneos superficiales), corrientes de agua subterráneas, corrientes aluviales, resurgencias, sitios hidrotermales, grutas anquihalinas (grutas litorales marinas) y túneles lávicos;

b) los hábitats que contienen las biocenosis representativas de diversas Regiones Biogeográficas de México, las zonas climáticas y las diferentes altitudes.

c) los hábitats que contienen especies raras, de un gran interés patrimonial y zoológico y que contribuyen a trazar la historia evolutiva y paleoecológica;

d) los ambientes y las especies en peligro de extinción.

2. Registrar los ambientes subterráneos que ya están protegidos.

3. Identificar las especies de vertebrados e invertebrados subterráneos que necesitan de medidas especiales de conservación y establecer la lista de las especies cavernícolas para proteger.

4. Establecer una lista de los sitios más amenazados de cada región para las especies troglófilas protegidas, en particular para los murciélagos (sitios de invernación y de maternidad en grutas, minas, etc.), seleccionados sobre el hecho de que son los sitios permanentes para la reproducción y la maternidad, sobre la importancia de sus poblaciones, la diversidad de especies, su importancia en los medios de las grutas utilizados a través de los desplazamientos, incluyendo ambientes externos circundando la entrada de las cuevas.

5. Atribuir la designación de Reserva o Monumentos a una selección de biotopos representativos de ambientes subterráneos, y reglamentarlos teniendo en cuenta los aspectos mencionados en la presente recomendación y la Ley GEEPA.

6. Establecer una lista de zonas con ambientes subterráneos protegidos de importancia Nacional y proponer la inclusión de estos sitios como reservas biogenéticas.

Atentamente

DR. JOSE G. PALACIOS VARGAS Lab. de Ecología y Sistemática de Microartrópodos  
Depto. Biología, Fac. Ciencias, UNAM 04510  
México, D.F.

**DIRECTORIO NACIONAL DE ESPELEOLOGOS  
Y ASOCIACIONES DE MEXICO**

**DISTRITO FEDERAL**

**UNION MEXICANA DE AGRUPACIONES ESPELEOLOGICAS (UMAE)**

Dr. José G. Palacios-Vargas Tel 622-49-02 FAX 622-4828  
Prol. Moctezuma 100 B  
Col. Romero de Terreros, Del. Coyoacán  
04310 México D.F.

**DIR. GRAL. DE ACTIVIDADES DEPORTIVAS DE LA UNAM**

Cubículo de Montañismo, Espeleología  
Alberca Olímpica, costado sur.  
Estadio Olímpico, puerta 8.  
04510 Coyoacán, México, D.F.

**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**

Prof. Ricardo Arias Fernández 8-71-97-48  
Grupo Espeleológico del IPN  
Coyotepec # 17  
Col. Cumbria, Cuautitlán Izcalli  
54740 Estado de México

**UNION DE RESCATE E INVESTICACION DE OQUEDADES NATURALES (URION)**

Sergio Santana Muñoz 7-53-94-36  
Calle: Puerto San Blas # 10  
Col. El Olivo  
07920 México, D.F.

**GRUPO DE ESTUDIOS DEL KARST (GEK)**

Víctor Granados Quiroz 563-02-77, FAX 563-09-91  
Carracci Pte. # 74  
Mixcoac.  
03910 México, D.F.

Biól. Gerardo Fernández Ruíz 3-43-38-53  
Capricornio N°. 1  
Jardines de Sateelite.  
Naucalpan.  
53129, Estado de México.

**CLUB DE EXPLORACIONES DE MEXICO, A.C. (CEMAC)**

Fís. Sebastián Gutiérrez 657-41-70, 7-40-80-32  
Juan A. Mateos 146  
Col. Alamos  
03400 México, D.F.

**ESCUELA DE GUIAS DE ALPINISTAS DE MEXICO, A.C.**

José Luis Beteta B. 5-49-81-85  
Londres 26-A.  
Col. Juárez, Del. Cuauhtémoc.  
06600, México, D.F.

**ASOCIACION BASE DRACO**

José Montiel Castro. 7-57-76-76  
Manuel F. Soto # 131  
Col. Constitución de la República  
07460 México, D.F.

**GRUPO ESPELEOLOGICO OZTOTL (GEO)**

Ing. Alejandro Carrillo Bañuelos 5-19-20-90  
Alfonso 97  
Col. Alamos.  
03400 México, D.F.

**GRUPO ESPELEOLOGICO MEXICANO (GEM)**

Jorge de Urquijo Tovar Tel. 3-96-16-36  
Salónica # 233  
Col. Sector Naval Azcapozalco  
02080 México, D.F.

**GRUPO EXPEDICIONARIO XAMAN-EK**

Calle 13 # 10  
Col. Porvenir  
02940 México, D.F.

**ASOCIACION MEXICANA DE BUCEO EN CUEVAS, A.C.**

Av. Presa Don Martín # 21  
Col. Irrigación  
11500 México, D.F.

**ASOCIACION ALPINA DE MEXICO**

Las Huertas 93-C  
Col. del Valle  
03100, México, D.F.

**CRUZ ROJA MEXICANA  
ESCUELA NACIONAL DE ESPELEOLOGIA**

Ismael Arturo Montero García 2-95-16-35 597-81-22  
Ignacio Aldama # 13  
Col. El Huizachal, Naucalpan  
Estado de México

**BRIGADA DE RESCATE DEL SOCORRO ALPINO DE MEXICO, A.C.**

Ernesto E. Mendoza Romero  
Londres 26-a  
Col. Juárez.  
06600 México, D.F.

**SOCIEDAD MEXICANA DE EXPLORACIONES SUBTERRANEAS (SMES)**

Ramón Espinasa Pereña 2-51-29-86  
Fuente de la Península # 19  
Tecamachalco 53950.  
Estado de México, MEXICO.

**CHIAPAS**

Héctor Mejía Escárcega Tel. y Fax (967) 8-40-69  
Pronatura, Chiapas, A.C.  
María Adelina Flores Nº. 21  
29200 San Cristóbal de las Casas, Chiapas, MEXICO.

**JALISCO**

ESPELEO CLUB ZOTZ Tel. (523)-741-0467 FAX (523)-616-0997  
Sr. John Pint  
J.R. Alarcón 54,  
44140 Guadalajara, Jal. MEXICO.

**NUEVO LEON**

Rubén Loaiza 36-11-68 y 3611-69  
Espeleo Monterrey  
C.A.E.T. (Tecnológico)  
Prof. Hidalgo 901  
Sta. Catarina, Nuevo León. MEXICO.

Reyes Gómez Armando (Rescate Internacional para América Latina)  
Ignacio Comonfort # 826  
Bella Vista  
64610 Monterrey, Nuevo León. MEXICO  
Tels.: 51-51-19, 40-68.77

**PUEBLA**  
**GRUPO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIONES SUBTERRANEAS DE**  
**LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA.**

Armando Pinto Tel 49-38-74 Fax 46-17-75  
U.A.P. 4 Sur # 104  
Puebla, Pue.  
Dom. Particular: Privada Aldama 13  
Col. José Abascal, 72130 Puebla, Pue. MEXICO.

**SAN LUIS POTOSI**  
**ASOCIACION POTOSINA DE MONTAÑISMO Y ESPEOLOGIA, A.C.**

Felipe Moreno Leos  
Verdi 140  
Col. Himno Nacional  
78280 San Luis Potosí, S.L.P. MEXICO

Claudio Espinoza Anguiano  
Calle 6a. # 130  
San Luis Potosí, S.L.P. MEXICO

**CLUB POTOSINO DE MONTAÑISMO Y ESPELEOLOGIA**

Benjamín Oliva  
Avanzada N°. 695  
Col. Las Aguilas  
78260 San Luis Potosí, S.L.P. MEXICO

**TABASCO**  
**CLUB DE EXPLORACIONES SUBTERRANEAS DE TABASCO**

Sr. Víctor Dorantes  
Gregorio Méndez 1110 Piso 4  
Esq. Ruíz de la Peña  
86000 Villahermosa, Tabasco, MEXICO

**YUCATAN**  
**ESPELEOGRUPO YUCATAN, A.C.**

José A. Gamboa Vargas, Tel. (99)44-70-87.  
Calle 14 por 41 Col. Industrial  
(Facultad de Ingeniería, UADY) y  
Calle 44 # 519 M, por 69 y 71 Tel. (99)24-62-48 C.P. 97000, Mérida, Yucatán, MEXICO.

La UMAE continúa su esfuerzo por elaborar un directorio nacional de espeleólogos y agrupaciones (afiliados o no a la misma Unión) para propiciar el intercambio, por lo que suplicamos a todos los interesados, enviar sus datos completos (incluyendo teléfono y Fax) para publicarlos en los futuros números de nuestra revista *Mundos Subterráneos*.

**DIRECTORIO DE LA FEDERACION ESPELEOLÓGICA DE AMERICA LATINA Y EL  
CARIBE (FEALC)**

**ANGUILLA**

**DAVID CARTY**

Anguilla Archaeological & Historical Society. Rock Field, Anguilla.

**ARGENTINA**

**CARLOS BENEDETTO** Fax (54) 1-661.6661

Secretario General FEALC

Instituto Argentino de Investigaciones Espeleológicas (INAE).

Casilla de Correos 103,(5600), San Rafael-Mendoza, Argentina.

Delegado FEALC

**ROLANDO VERGARA** Fax (54) 943-29876

Grupo Azul de Espeleología y Montañismo del Neuquén

C.C.285. 8300 Neuquén. Argentina

**ARUBA**

**JULIO MADURO**

Tarabanaweg #9, Oranjestad. Aruba.

**BAHAMAS**

**JILL YAGER** Fax (513)767.1891

P.O Box F-931, Bahamas.

Department of Biology, Antioch University

Yellow Springs, Ohio 45387, USA.

**BELICE**

**HARRIOT W. TOPSEY**

Archaeological Commissioner. Dept. of Archaeology, Ministry of Education, Sports and Culture. Belmopan. BELICE

**BERMUDA**

**THOMAS ILLIFE** Tel. (409)-740.5002

Department of Marine Biology. Texas A & M University.

P.O Box 1675, Galvestone-TX 77553 USA

**BOLIVIA**

**RODOLFO BECERRA DE LA ROCA** Tel. (591)2-32.1619

Asociación Conservacionista de Torono

Casilla 1749- La Paz, Bolivia.



**BRASIL**

JOSE AYRTON LABEGÁLINI Fax (55)-35-465.2040  
Rua Ernesto Gotardelo, 410, 37580 Monte Sião MG - BRASIL

**COLOMBIA**

ELISEO AMADO GONZALEZ  
LUDIS MORALES Tel (57)1-415.2968  
Calle 34B, nº 96-19, Int. 2, Ap. 203, Bogotá, D. E. COLOMBIA.

**COSTA RICA**

GUILLERMO CORTES PADILLA.  
Hatillo 1, Casa #291, San José, COSTA RICA.

**CUBA**

ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ Tel. 22.5025 y 29.2760  
9na. nº 1842, esq. 84.  
Playa, La Habana, CUBA.

**ECUADOR**

GIOVANNI ONORE Fax 593-2-565912  
P.U.C. Quito-Apartado 2184-Quito, ECUADOR

**MEXICO**

JOSE G. PALACIOS VARGAS Tel. (52.5)658-4747  
Prol. Moctezuma 100 B, Col. Romero de Terreros, Del. Coyoacán 04310 MEXICO, D.F.  
Tel. 622-4902 FAX (525) 6-22-4828

JOSE A. GAMBOA VARGAS (99) 24-62-48  
Calle 44 #519 M, por 69 y71  
97000, Mérida., Yucatán, MEXICO.

**PERU**

CARLOS MORALES BERMUDEZ Fax Treck Perú 51-14-468030  
Ave. Brasil 1815- Lima 11, PERU

**PUERTO RICO**

CARLOS CONDE COSTAS  
G.P.O. Box 4424- San Juan, PUERTO RICO, 00936

**REPUBLICA DOMINICANA**

DOMINGO ABREU Tel. 531-562.2080  
Espeleogrup. Apartado B-100, Santo Domingo,  
REPUBLICA DOMINICANA

## URUGUAY

ALEJANDRO OLMOS FLORES Fax 598-3-64-26-54  
Centro Espeleológico Uruguayo "Mario Isola"  
Rivera 380, Durazno, URUGUAY

## VENEZUELA

FRANCO URBANI

Sociedad Venezolana de Espeleología, Apartado 47.334, Caracas 1041-A VENEZUELA  
Tel. y FAX 58-2-662-78-45

### COMITE EJECUTIVO DE LA FEALC (1992-1996)

Presidente: Franco Urbani (Venezuela)  
Vicepresidente: Antoni Nuñez Jiménez (Cuba)  
Secretario General: Carlos Benedetto (Argentina)  
Secretarios Adjuntos: José G. Palacios Vargas (México)  
Jill Yager (Bahamas)  
Rodolfo Becerra (Bolivia)

El comité ejecutivo de la FEALC fue electo en la IV Asamblea de la FEALC en Viñales, Cuba en Septiembre de 1992.

Direcciones importantes de la Unión Internacional de Espeleología:

#### **PRESIDENTE**

Dr. Paolo FORTI Tel. 39-51-354547 FAX 39-51-354522  
Italian Institute of Speleology  
Vía Zamboni, 67  
40127 Bologna, ITALIA

#### **SECRETARIO GENERAL**

Dr. Bosák PAVEL Tel. 42-2-7651444 FAX 42-2-272460  
Hlavní 2732145  
REPUBLICA CHECA

### MESA DIRECTIVA DE LA UIS 1993-1997

Presidente: Dr. Paolo Forti (Italia)  
Vicepresidentes: Julia M. James (Australia) y  
José A. Labegalini (Brasil).  
Secretario General : Bosák (República Checa)  
Secretarios adjuntos: Petar BERON (Bulgaria)  
EAVIS (Reino Unido)  
KLIMCHUK (Ucrania)  
S.ZHANG (China)  
WIDMER (Suiza)  
J.G.PALACIOS (México)  
S.A. CRAVEN (South Africa)  
LUCKINS (USA)

## **INFORMACIONES**

### **12º Congreso Internacional de Espeleología La Chaux-de-Fonds (Neuchâtel, Suiza) del 10 al 17 de agosto de 1997.**

#### **ORGANIZACION**

Sociedad Suiza de Espeleología y  
Comisión de Espeleología de la Academia Suiza de Ciencias Naturales.

#### **¿QUÉ CONGRESO?**

El 12º Congreso Internacional de Espeleología tendrá lugar en La Chaux-de-Fonds (Neuchâtel), metrópoli relojera de 40.000 habitantes situada en el centro del karst del Jura.

#### **OBJETIVOS PRINCIPALES**

- aproximar a los exploradores de las cavernas y a los científicos que las estudian;
- crear para el público en general una animación regional en torno a la espeleología;
- suscitar o desarrollar actividades concretas de colaboración internacional entre los espeleólogos;
- hacer todo lo posible para volver a dar a los Congresos internacionales el ambiente de gran fiesta cuadrinial de la espeleología.

El Congreso propiamente dicho, así como las sesiones generales y las comisiones UIS tendrán lugar en el Instituto de 2ª enseñanza de la ciudad, con algunas subsedes, en un radio de 3 km. La mayoría de los alojamientos se situarán también en este perímetro. Acceso por tren, carretera o incluso por aviones especiales desde Ginebra o Zurich, a petición.

#### **PROGRAMA CIENTÍFICO**

El "armazón" del Congreso se compondrá de un rico programa científico que sumará todos los aspectos relativos a la espeleología y al estudio del karst. Todo explorador de cavernas o de aspectos relacionados a su estudio está llamado a presentar sus descubrimientos en forma de un comunicado (informe) o de un anuncio; él podrá también compartir su experiencia durante un "workshop" (sesión de trabajo alrededor de un tema) o una "mesa redonda" (debate entre el público y un grupo de expertos). Comunicaciones, anuncios, mesas redondas y workshops se agruparán en sesiones, para cada una de las cuales se definirán temas para reunir centros de interés e instigar intercambios y discusiones. Algunos de los temas contemplados en los diversos aspectos relacionados con la espeleología ya pueden citarse: en la sesión de geomorfología, "Rellenos kársticos y paleoclimas" o "Espeleogénesis de las grandes redes alpinas"; en la sesión de espeleología de exploración, "Exploraciones bajo los trópicos" o "Espeleología alpina", en la sesión de topografía y técnicas: "Topografía subterránea: ¿algo nuevo?" o "Técnicas submarinas"; en la sesión de arqueología, "La cueva y el hombre: 200,000 años de diálogo", etc. La sesión de bioespeleología subrayará el estudio de los murciélagos.

La totalidad del tema "Hidrogeología" del congreso se integrará en el tradicional "Coloquio d'Hydrologie en pays calcaire" en su 6ª edición organizado por las Universidades de Neuchâtel y de Besançon. Dos temas se han fijado ya: "Funcionamiento hidrogeológico en los acuíferos kársticos" y "Aportaciones de las observaciones y medidas espeleológicas a la hidrología kárstica".

## **EXCURSIONES Y CAMPAMENTOS**

Se incluye en el Congreso una excursión de un día que permitirá a todos los congresistas abandonar las salas de conferencias. Antes del Congreso (desde el 27 de julio) y después (hasta el 30 de agosto), se realizarán excursiones científicas y campamentos espeleológicos, en Suiza y más allá de sus fronteras: Sieben Hengste, Hölloch, Jean-Bernard, Parmelan, Dent de Crolles, Franche-Comté, Karst eslovaco. Numerosos macizos y regiones famosas les esperan.

## **ANIMACIÓN**

- Función de apertura y banquete de clausura para todos los participantes.
- Festival multimedia, del 7 al 9 de agosto, introductorio para los que lo deseen.
- Fiesta folklórica con comida campestre para fomentar la convivencia.
- Numerosos programas para congresistas y acompañantes: excursiones turísticas, concursos y demostraciones, lugares de encuentro con animación musical, alegres veladas.
- Además de los stands acostumbrados de venta de material y publicaciones en el recinto del Congreso, se organizarán exposiciones temáticas en la ciudad:
  - espeleología y biospeleología en el Museo de Historia Natural;
  - pinturas y grabados de cuevas en el Museo de Bellas Artes;
  - libros y documentos espeleológicos en el Centro de Documentación UIESSE, en el marco de la Biblioteca de la Ciudad.

## **ALOJAMIENTO, COMIDAS Y TRANSPORTE**

- En lo que concierne al alojamiento de los congresistas, se ofrecerán varias alternativas (precios en francos suizos por personas y por noche): camping reservado en prioridad a los congresistas, dormitorios comunes (de 10 a 25 Fr.S.), habitaciones particulares (de 25 a 50 Fr.S.), hoteles en habitación individual (de 60 a 140 Fr.S.) o en habitación de dos camas (de 40 a 110 Fr.S.)
- Se prevé un servicio de comidas a medio día en el sitio del congreso, a un precio de 7 a 10 Fr.S. Otras ofertas se presentarán en los 89 restaurantes de la ciudad, incluso las cenas al gusto de cada uno. Hay posibilidad de cocinar en el camping
- A disposición de los congresistas, habrá un servicio de trasportes públicos con abonos colectivos o personales
- Se prevé una guardería infantil.

## **INSCRIPCIÓN**

El costo de la inscripción para los congresistas ascenderá aproximadamente a 120 francos suizos.

- Los precios detallados de cada prestación se fijarán posteriormente.
- Sólo las personas que devuelvan el formulario de inscripción recibirán la segunda circular, que se enviará a principios de 1996 y les permitirá inscribirse definitivamente.
- Dirección del Congreso: SubLime, Case Postale 4093 CH-2304 La Chaux-de-Fonds, Suiza.
- Inscripción posible vía Internet: <http://www.unine.ch/UIS97/>
- E-mail: [congress.uis97-@chyn.unine.ch](mailto:congress.uis97-@chyn.unine.ch)

## CALENDARIO

- Preinscripción con el formulario, cuanto antes.
  - Segunda circular en marzo de 1996, con las informaciones completas y el formulario de inscripción.
  - Envío de los resúmenes de las comunicaciones anunciadas, a más tardar en junio de 1996.
- .....

## "MUNDOS SUBTERRANEOS"

### Orden de suscripción

Nombre  
Name \_\_\_\_\_

Institución donde trabaja  
Institution where you work  
\_\_\_\_\_

Dirección  
Address  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_ Fax.: \_\_\_\_\_

Especialidad de su interés  
Speciality of your interest  
\_\_\_\_\_

SUSCRIPCION ANUAL: N\$ 20.00

ANNUAL SUBSCRIPTION: \$ 7,00. U.S.D. Plus 3,00. for mail.

Favor de enviar esta orden acompañada de un cheque o giro postal a nombre de Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas, A. C. Prol. Moctezuma 100 B, Col. Romero de Terreros, Del. Coyoacán, 04310 México, D.F.





Toda correspondencia relativa a suscripciones, canje y presentación de originales deberá dirigirse a **MUNDOS SUBTERRANEOS**, Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas, Prol. Moctezuma 100-B Col. Romero de Terreros, Coyoacán, 04310 México, D.F.

**PATROCINADORES**  
**UNIÓN MEXICANA DE AGRUPACIONES ESPELEOLÓGICAS A.C.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM**  
**PADEP, UNAM - 003001**  
**National Geographic Society Grant 4924-92**

**NORMAS DE PRESENTACIÓN DE ORIGINALES**  
**(INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES)**

La revista **MUNDOS SUBTERRANEOS** acepta para su publicación artículos breves sobre diversos temas de la Espeleología preferentemente de México o de América Latina. La extensión deberá ser máximo de 20 cuartillas, incluyendo ilustraciones. En caso de contener ilustraciones a color, el autor pagará anticipadamente los costos. Además de los artículos se podrán publicar reseñas bibliográficas de una o dos cuartillas.

Todos los artículos deberán contener: Título centrado y en mayúsculas, autor (es), indicando Institución (es) y dirección. Un resumen en Inglés (ABSTRACT) y otro en Francés (RESUME) antecederán el texto (cada resumen máximo con 5 líneas). Figuras en caso necesario, y al final la bibliografía. Los artículos de investigación original deberán de incluir: objetivos, materiales y métodos, resultados, discusión y las conclusiones más relevantes.

Se pide a los autores que los artículos sean originales y de calidad para elevar el prestigio de la revista. Los manuscritos deben ser mecanografiados a doble espacio, o bien presentarse en un disquette en el programa "word star". El comité editorial determinará si el artículo es de interés para su publicación y podrá someterlo al arbitraje de especialistas nacionales o extranjeros para tener un criterio de evaluación.

