

Mundos Subterráneos

Número 21 Diciembre 2010

ISSN 0188-6215



Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas, A. C.



UNIÓN MEXICANA DE AGRUPACIONES ESPELEOLÓGICAS, A. C.

Mesa Directiva 2008-2010

Reyes Orozco Villa

Presidente

Jorge Paz Tenorio

Vicepresidente

Martha Laura Vallejo Maldonado

Secretario

Jesús Domínguez Navarro

Tesorero

Antonio Aguirre Álvarez
Argelia Tiburcio Sánchez
Juan Antonio Montaña Hirose

Vocales

Educación: Javier Vargas Guerrero
Espeleoturismo: Sergio Santana Muñoz
Desarrollo Estratégico UMAE: Juan Antonio Montaña Hirose
Rescate en cuevas: Antonio Aguirre (ERM)
Página electrónica: Argelia Tiburcio Sánchez

Comisiones

Comité Editorial

Dr. José G. Palacios Vargas

Editor Titular

Dra. Gabriela Castaño Meneses

Editora Asociada

Consejo Editorial Internacional

Eleonora Trajano (Brasil)

José Ayrton Labegalini (Brasil)

Franco Urbani (Venezuela)

Revisores

Saúl Aguilar Morales

Ada A. Ruiz Castillo

Diseño y Formación

Gabriela Castaño Meneses

MUNDOS SUBTERRÁNEOS

Publicación oficial de la Asociación Civil UMAE, Certificado de Licitud de Título No. 5658, Certificado de Contenido No. 4373. Registro No. 864-91. Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización escrita del comité editorial. Los artículos son responsabilidad exclusiva de sus autores.

Foto portada: Cueva La Tarántula, Metzabok, Chiapas, México. **Foto:** Amilcar Jiménez Amaya.

PRESENTACIÓN

La revista *Mundos Subterráneos*, además de ser el órgano oficial de divulgación de trabajos de la comunidad espeleológica mexicana, y de personas interesadas en publicar artículos sobre diversos campos de la espeleología, representa el signo de la madurez que se está alcanzando en la UMAE. El comité editorial, después de reflexionar sobre esta labor durante dos décadas, y con la finalidad de lograr una revista de calidad que vaya adquiriendo más prestigio nacional e internacional, ha decidido hacer algunos cambios importantes en el proceso editorial. Por lo que se recomienda ver al final de este número las nuevas instrucciones para los autores.

Es necesario que los trabajos sean arbitrados y valorados por especialistas antes de ser aceptados, y que los autores tomen la responsabilidad de aceptar positivamente las críticas de los revisores y hacer los cambios sugeridos. Aún se está analizando la posibilidad de hacer una revista “virtual”, que pueda ser consultada por un mayor público y bajar los costos. Sin embargo, la revista impresa es, por el momento, la mejor prueba del desempeño de la UMAE, ya que permite el intercambio con otros grupos nacionales y extranjeros.

Probablemente los objetivos de la UMAE deben también ser revisados por sus asociados, y *Mundos Subterráneos* es un foro para expresar y dar a conocer algunas de las nuevas ideas, estructuras organizativas, reglamentos internos, así como hacer difusión de trabajos meritorios que han sido presentados en congresos nacionales mexicanos, y que no pueden ser citados por no haber sido formalmente publicados.

Los objetivos que desde hace más de 20 años ha reiterado como propios la UMAE son:

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 miembros 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.

Los trabajos relacionados con el campo de la Zoología, son referidos en el Zoological Records y la revista es distribuida a las bibliotecas de la FEALC y la UIS, además que es intercambiada con diversas asociaciones espeleológicas.

El contenido de los artículos publicados es responsabilidad exclusiva de los autores y no expresan opinión alguna de los editores, ni los miembros de la Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas, A. C.

Comité editorial

ÍNDICE

LAS CUEVAS BIOGÉNICAS. MORFOGÉNESIS DE DOS FORMAS INVERSAS DEL RELIEVE EN LA PLATAFORMA INSULAR DE CUBA Divaldo A. Gutiérrez Calvache, Alfredo Barroso Ruiz y José B. González Tendero	1
LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE PERTURBACIÓN CÁRSTICA EN LA VALORACIÓN DEL IMPACTO ANTROPOGÉNICO DE LA GRUTA DE ATOYAC (VERACRUZ, MÉXICO) Maili González Machorro, Marcel Ciobanu y Antonio González Fuente	13
PERSPECTIVAS CARSO-ESPELEOLÓGICAS QUE OFRECE COSTA RICA Carlos Goicoechea Carranza	20
LAS EXPLORACIONES ESPELEOLÓGICAS EN LA ZONA DE CERRO BRUJO, OCOZOCOAUTLA, CHIAPAS, MÉXICO Gabriel Merino Andrade, Camilo Thompson Poo, Tomás Torres Guzmán, Gabriel Camacho Hernández, Juan C. Franco Guillén y Kaleb Zárate López	28
COLÉMBOLOS CAVERNÍCOLAS Y DE OTROS AMBIENTES SUBTERRÁNEOS DE QUINTANA ROO, MÉXICO Leopoldo Q. Cutz-Pool, Arturo García-Gómez y José G. Palacios-Vargas	42
DOS NUEVAS CAVIDADES DE IZTACXOCHITLA, PUEBLA, MÉXICO Arturo García Gómez	49
“ESPELEO RESCATE MÉXICO” 10 AÑOS MÉXICO, URION M. Díaz, J. Domínguez, S. Santana, E. Hernández, C. Cruz, M. Garcés, E. Méndez, V. García, G. Sánchez, J. Bravo, R. Orozco, J. Rodríguez, L. Ulibarri, G. Pérez y R. Álvarez.	53
TOPOGRAFÍA DE LA CUEVA “MEDICEOS”, IZTACXOCHITLA, PUEBLA Ramsés Miranda Gamboa y María de los Ángeles Verde Ramírez	63
TOPOGRAFÍA DE LA CUEVA EL SEMILLERO, ZONGÓLICA, VERACRUZ María de los Ángeles Verde Ramírez y Arturo García Gómez	70
EL MICROCLIMA DE LA CUEVA DE "LOS LAGUITOS" Y SU RELACIÓN CON LOS MURCIÉLAGOS Matías Martínez-Coronel, Edmundo García, Carolina Müdspacher-Zihel y Agustín Torres	74
NORMAS EDITORIALES	90

LAS CUEVAS BIOGÉNICAS. MORFOGÉNESIS DE DOS FORMAS INVERSAS DEL RELIEVE EN LA PLATAFORMA INSULAR DE CUBA

Divaldo A. Gutiérrez Calvache¹
Alfredo Barroso Ruiz¹
y José B. González Tendero²

¹Grupo Espeleológico Pedro A. Borrás,
Sociedad Espeleológica de Cuba.

Ave. 31 N0. 5827 e/ 58B y 60, 1er Piso,
Apto 1, Playa, Ciudad de la Habana, Cuba.

²Grupo Espeleológico Fernando Ortiz,
Sección Nacional de Espeleobuceo,
Sociedad Espeleológica de Cuba.

50 N0. 2915 e/ 29 y 31, Playa, Ciudad de
la Habana, Cuba.

E-mail: llafer@infomed.sld.cu,
marinaglez@infomed.sld.cu

Résumé

Dans ce travail on décrit le processus morphogenetique de deux types cavernes sous-marins d'origine biologique, lesquels sont la conséquence directe de la croissance de récifs de corail à partir du phototropisme des coraux en symbiose avec les algues, qui enferment des espaces sous-marins préexistants. Ces cavités constituent des formes inverses non karstiques du relief de la plate-forme insulaire du Cuba, formées par des sédiments organiques de facies strictement neritiques. Ils sont de développement généralement petit, ils peuvent parfois arriver à former des réseaux de galeries.

Abstract

In this work the morphogenetic process of two types of submarine caves of biological origin is described, which is direct consequence of the growth of coral reefs starting from the phototropic of the corals in symbiosis with algae and that they go containing spaces submarine preexists. These cavities are forms inverse non karstic of the relief of the insular platform of Cuba, being caves formed strictly by silts organic origin of facieses neritic. Of generally, small development that you can end up forming nets of galleries in occasions.

Introducción

Una reciente versión del desarrollo de los estudios espeleogenéticos en Cuba, presentada por el Dr. Efrén José Jaimez Salgado (Jaimez, 2010), ha demostrado que desde que en 1948 se publicara en la revista *Lux* la primera clasificación genética de las cuevas de Cuba (Núñez, 1967, 1984), nuestros más importantes geógrafos, geomorfólogos, geólogos y carsólogos han incursionado de una forma u otra en este tema, lo que se traduce en no pocos e importantes aportes a este capítulo de la Espeleología cubana. Dentro de este desarrollo y evolución de los estudios espeleogenéticos se pueden ubicar los resultados que en apretada síntesis ofrecemos en este trabajo.

A menudo la literatura espeleológica y oceanológica hace referencia a los términos **cuevas de coral** o **tubos de coral**; sin embargo, en pocas ocasiones se han emitido criterios respecto a los procesos morfológicos que determinan o controlan la génesis de estas cavidades. Recientemente los autores de este trabajo realizaron una serie de investigaciones encaminadas a estudiar y esclarecer los procesos

morfogenéticos de algunas cuevas de coral que se encuentran en aguas poco profundas del litoral cubano.

Después de varios meses de inmersiones, muestreo y análisis, fue evidente que en el archipiélago cubano las cuevas de coral se localizan en todos o casi todos los arrecifes de barreras que rodean nuestras costas, con más exactitud en las zonas estrechas de la plataforma insular cubana¹ con cadenas de arrecifes y amplia distribución de terrazas submarinas abrasivas. La geomorfología de los fondos típicos donde se abren estas cavidades es de llanura abrasivo-acumulativa con gran abundancia de colonias de corales.

La morfología de estas zonas es típica de los arrecifes de barreras, con una extensión de corales y rocas coralinas separadas de la costa por una estrecha “laguna” de fondo arenoso, con caída brusca a las profundidades batiales en su cara exterior; las bocas de las cuevas se encuentran siempre situadas en las caras exteriores de los arrecifes de coral. Se puede dejar establecido que estas cavidades están constituidas por elementos organógenos formadores de rocas sedimentarias, siendo en sí mismas un accidente geomorfológico único de los ambientes geológicos estrictamente neríticos o “facies neríticas” (Markevich, 1957; Krashenkov, 1971; Cabrera, 1990), como se puede observar en un corte geotípico de la plataforma (Fig. 1).

Por otra parte, estas cavidades son un accidente geológico transitorio, de muy corta duración en el tiempo geológico, que al desaparecer pasarán a formar parte de los

depósitos cuaternarios de la plataforma insular cubana.

Para ilustrar los procesos biomorfológicos y genéticos que dan origen a las cuevas biogénicas hemos escogido como localidades tipo las cuevas nombradas del Pecio y de Madrèpora, que se encuentran en zona aledaña a la Playa de Bacuranao, en la costa noreste de la Ciudad de la Habana, a unos 370 m al norte de la orilla arenosa de dicha playa. Están a 390 m al NE de Punta Judío y a 1429 m al W,NW de Punta Los Cocos. Ambas cavidades se pueden ubicar en la cuadrícula 372 000 - 372 000 de la hoja 3785-1 del Mapa de Cuba a escala 1: 50 000 de GEOCUBA (Fig. 2). De esta forma, las cuevas del Pecio y de Madrèpora se convierten en las localidades tipo para la descripción y estudio morfogenético de las cuevas biogénicas, como en definitiva hemos denominado a estas cavidades, por estar genéticamente controladas en su totalidad por procesos biológicos, u organógenos.

Métodos

Para llevar a cabo esta investigación se utilizó el mapa digital de Cuba a escala 1: 250 000 y las hojas digitalizadas del mapa de Cuba a escala 1: 50 000, ámbos producidos por el Grupo Empresarial GEOCUBA. El procesamiento de los datos se realizó mediante el uso de algunos SIGs, los que permitieron la ubicación, comparación y valoración de 141 cuevas o tubos de coral en los fondos aledaños a la costa. Las inmersiones en estas localidades se realizaron con escafandra autónoma, todo el equipamiento fue facilitado por Alfredo Barroso Ruiz, del Netherlands Marine Biology Center, coautor de esta investigación. El control de los aspectos relativos al espeleobuceo y buceo simple se realizó con los instrumentos necesarios para esta tarea. En ningún caso se utilizó

¹ Estas zonas de estrechez de la plataforma insular se pueden ubicar en la costa noroccidental, desde la península de Hicacos en Matanzas, hasta el cabo de San Antonio, en Pinar del Río; la costa sur de la Isla de la Juventud, Cienfuegos, Villa Clara y Sancti Spíritus; y en el litoral norte de las provincias de Las Tunas y Holguín.

buque madre. Durante toda la investigación nuestros centros de dirección se encontraban en tierra, lo que trajo por consecuencia no pocas e importantes

jornadas de trabajo con estrategias de inmersión múltiple o abastecimiento por flotadores.

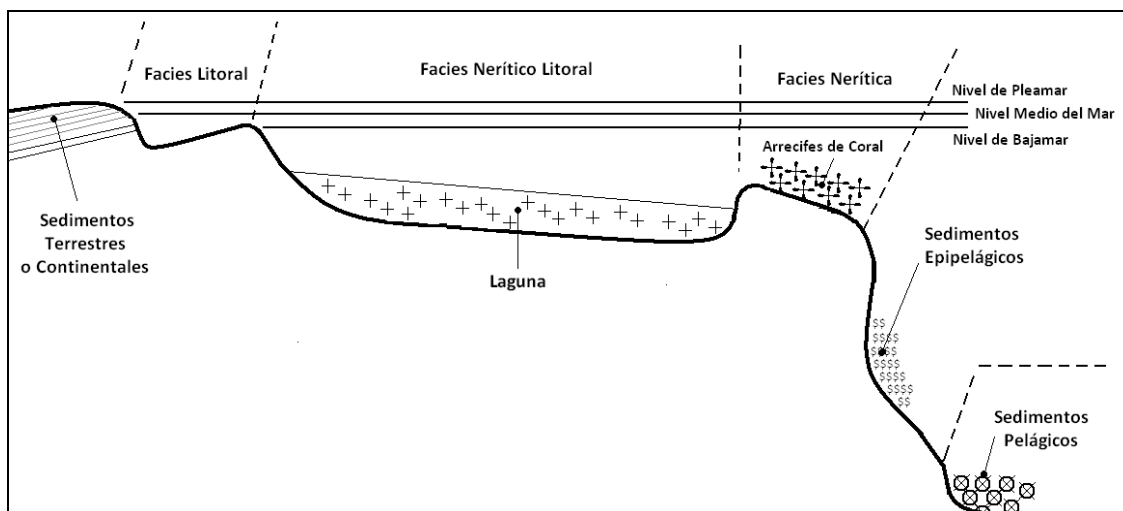


Figura 1. Corte geotípico de una zona estrecha de la plataforma insular cubana.

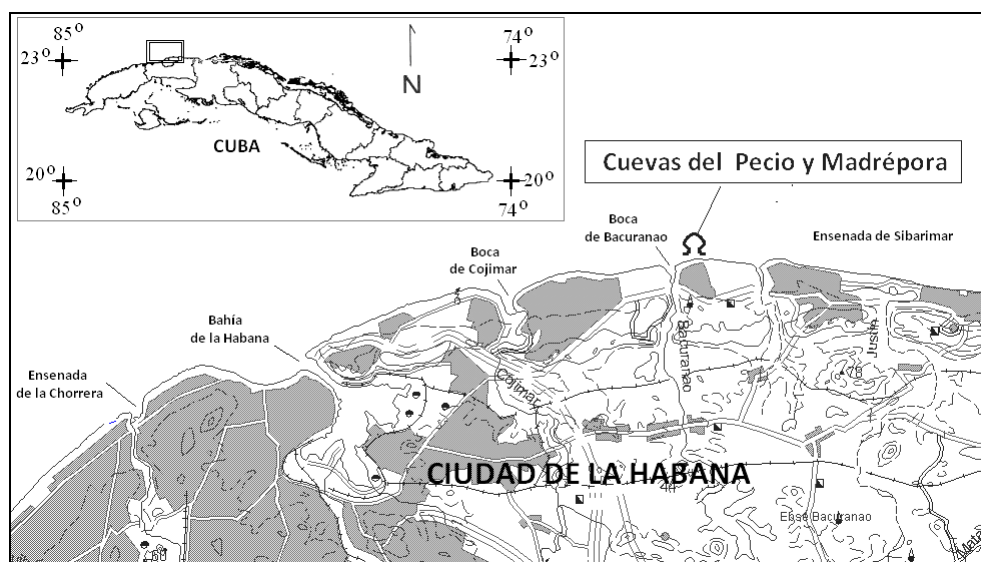


Figura 2. Ubicación de las localidades tipo de las cuevas biogénicas (Cuevas del Pecio y Madrédora).

Se realizaron análisis de las corrientes marinas y submarinas con boyarines de flotación total o parcial, se tomaron datos de los índices de presión y batimetría en todas las localidades estudiadas, lo que permitió demostrar lo poco o nada que estos parámetros influyen en la génesis y desarrollo de las cuevas de coral en las condiciones del archipiélago

cubano, elementos que contrastan con lo propuesto por algunos investigadores para otras partes del mundo (Swismath, 1967; Swismath & Rodgeng, 1974).

Los datos que se obtenían durante las inmersiones fueron anotados en tablilla de formica blanca con lápiz (HE). Por último, fue necesario utilizar ropas fuertes sobre los trajes isotérmicos, para protegernos de

los numerosos organismos urticantes que abundan en estas espeluncas submarinas.

Resultados

En el mar hay numerosos organismos de cuya constitución forma parte el CaCO_3 ; sin embargo, son los corales en específico los protagonistas o mayores responsables de la formación de arrecifes, al crecer y ocupar grandes extensiones de los fondos marinos.

Estos organismos dependen de algunas condiciones para desarrollarse totalmente, por ejemplo: una temperatura estable y alta como la de mares tropicales y la luz solar necesaria para otros organismos (algas) que habitan en el arrecife y viven en simbiosis con los anteriores. Una variación de dichas condiciones entorpecería el desarrollo y crecimiento del arrecife. Dentro del grupo de estos celenterados sólo se consideran formadores de arrecifes los corales que tienen incluidas dentro de sus tejidos las algas zooxantelas, dinoflagelados simbióticos, microscópicos y unicelulares que, mediante la fotosíntesis, proveen al coral del oxígeno vital para su desarrollo, utilizando para ello el CO_2 que desprende el propio coral y otros productos de excreción, así como la luz del sol, lo que implica un beneficio mutuo para el coral y para el alga, conocido en la literatura como mutualismo, en el que si uno muere el otro moriría también.

Como es lógico, la velocidad de crecimiento del arrecife depende del crecimiento de los corales, y éste de la cantidad de oxígeno, luz y calor que reciba. En todo este proceso son también muy importantes otros organismos como las algas secretoras de calcio, como la *Halimeda* sp. y la *Lithothamnion* sp., las que, junto a los briozoos, forman un pavimento que une las partes separadas y desprendidas del arrecife, consolidándolo.

Teniendo ésto en cuenta, puede entenderse porqué en determinados lugares,

donde el agua no es totalmente clara, el desarrollo del arrecife se incrementa hacia la superficie, en la que aumentan los factores antes expuestos. Es importante considerar esto para entender cómo se forman las cuevas biogénicas.

A la par que ocurre este proceso, existen factores naturales que tienden a destruir el arrecife, aunque su acción es más lenta. Entre dichos factores se encuentran el oleaje, los organismos destructores de arrecifes y, por supuesto, los impactos antrópicos, como la explotación de hidrocarburos y sus derivados, entre otros.

Los procesos morfológicos en las cuevas biogénicas

Como expresamos con anterioridad, hemos distinguido dos tipos de procesos bien diferenciados en cuanto a la génesis y estructura biomorfológica de estas cavidades, para lo cual hemos desarrollado dos modelos tipo, los reconocidos como “tipo Pecio” y “tipo Madrépora”, en alusión a la espeleonimia de las cavidades donde fueron estudiados.

Cuevas tipo Pecio. La localidad tipo se encuentra a una profundidad de -13,00 m y alcanza desarrollo laberíntico de 12.50 m y una altura promedio que oscila entre 4 y 7 m (Fig. 3A).

Su proceso biomorfológico comienza con el crecimiento multidireccional de un arrecife, pero a medida que se acerca a la superficie, el crecimiento en su parte superior es estimulado por el mejoramiento de las condiciones que favorecen el desarrollo de los corales. La parte superior del arrecife comienza entonces a tener mucho más volumen que las partes inferiores, por lo que este va tomando una estructura que es conocida en la literatura como morfología de Copa u Hongo. Este proceso está determinado por varios

factores ambientales, entre los que se distinguen los siguientes:

- Al acercarse a la superficie aumenta la luz y el calor y, por consiguiente, mejoran las condiciones para el desarrollo de los corales.
- El mayor desarrollo de las partes superiores del arrecife actúa como sombrilla sobre las partes inferiores, enrareciendo cada vez más las condiciones en la profundidad.
- Según se desarrolla la parte superior del arrecife, éste obtiene mayor superficie donde se asienta el bentos.
- La erosión de la arena en las partes bajas del arrecife, por el oleaje y las corrientes, entorpece el crecimiento de los organismos que allí se encuentran.

De esta forma, si tenemos un grupo de cabezos o arrecifes de coral que crecen independientes pero cercanos, siguiendo el patrón morfológico de copa u hongo, llegará un momento en que las partes superiores de estos se unan, dejando por debajo un espacio vacío que, con la unión de varios arrecifes, se convertirá en una galería o red de estas (Fig. 3B).

Sin embargo, al igual que en otros tipos de cavidades, los procesos de cambios

morfológicos continúan y el crecimiento de nuevos cabezos en las bocas de las cuevas entorpece la acción del lavado de las corrientes marinas y la deposición de innumerables elementos produce el relleno de la cavidad y su consiguiente desaparición.

Resumiendo, la génesis de las cuevas biogénicas del Tipo Pecio se puede expresar de la siguiente forma:

1. Comienzan a formarse varios arrecifes de barrera (cabezos) unos muy cerca de otros (Fig. 3Ba).
2. Producto del fototropismo positivo, y las malas condiciones del fondo para el desarrollo intensivo, los cabezos van tomando una forma de copa u hongo (Fig. 3Bb).
3. Al crecer las partes superiores del arrecife, éstas llegan a encontrarse, dejando en sus zonas bajas una galería entre ambas (Fig. 3Bc).
4. La unión total entre los arrecifes impone condiciones negativas (ausencia de luz solar directa) para el desarrollo de organismos en las partes más bajas, lo que asegura la vitalidad de la cavidad (Fig. 3Bd).

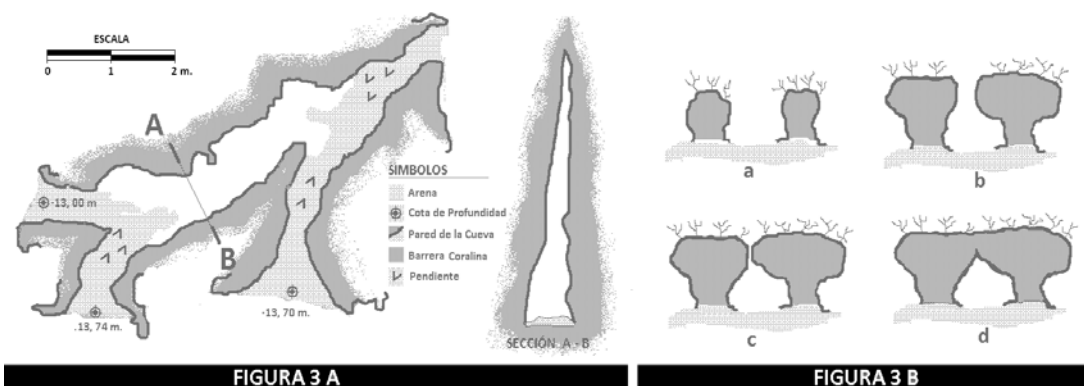


Figura 3. (A) Mapa en planta de la Cueva del Pecio, Bacuranao, Ciudad de La Habana, Cuba y (B) Gráfico ilustrativo del proceso biomorfológico tipo Pecio.

Cuevas tipo Madrépora. La cueva escogida como tipo se encuentra a una profundidad de -12.00 m y tiene un desarrollo de 11.70 m, con una altura media de 1.63 m. Esta cueva debe su nombre al papel que juegan las madréporas en la morfogénesis de la misma.

A veces, entre animales de una misma especie, existen variaciones morfológicas que provocan diferencias entre ellos. Estas diferencias están determinadas por variaciones en uno o varios de los factores de su medio natural. A estos procesos se les conoce bien en el campo de las ciencias biológicas; uno de ellos es el conocido por fototropismo.

Un caso de fototropismo lo tenemos en uno de los corales más comunes de los arrecifes cubanos, la *Montastraea cavernosa*, madrépora que varía desde una forma globulosa en la superficie a una forma aplanada en lugares más profundos. Esta variación está determinada por la cantidad de rayos solares que llegan a cada nivel de profundidad, lo que genera cambios en busca de mayor cantidad de luz y calor, de ahí que las formas aplanadas expongan mayor área a los rayos del sol que reciben, elemento indispensable para su desarrollo. Esa forma aplanada también se puede observar cuando la *Montastraea cavernosa* crece en las paredes de los arrecifes aunque estos estén muy profundos; pues de esta forma la masa de pólipos que crecen en la parte superior del arrecife no les quitan luz y calor a la madrépora.

En nuestras observaciones en distintos arrecifes de coral hemos notado madréporas que se sitúan en el borde de las solapas que dejan los arrecifes al crecer en forma de copa u hongo, como hemos visto antes, dejando por debajo una cavidad que será tanto más amplia cuanto más profunda sea la solapa.

La solapa se cierra debido al desprendimiento de pedazos de coral de la parte superior del arrecife que, al caer, quedan apoyados en el borde de las madréporas. Pronto comienzan a crecer sobre estos organismos otros que desarrollaran un nuevo cabezo y harán que estas partes separadas del arrecife se integren a él dejando entre ambos una cavidad.

A menudo la morfología de estas cavidades no es tan evidente, por ejemplo, cuando estos corales son muy altos en relación con el fondo, pero de todas formas se aprecia la tendencia de las madréporas a ir cerrando la cavidad. El papel que juegan éstas es más claro cuando la solapa está muy cerca del fondo, como ocurre en lugares de poca profundidad, donde el borde de las madréporas llega casi hasta dicho fondo.

Las cuevas del tipo Madrépora se desarrollan, entonces, sólo en los bordes exteriores de los arrecifes de coral, aunque su desarrollo pleno las convertirá en parte de la red de galerías de los grandes arrecifes.

Es necesario decir que la *Montastraea cavernosa* no es la única especie que tiende a cerrar y dar forma al arrecife, pues otras, como la *Agaricia* sp., juegan el mismo papel, también múltiples gorgonias crean un efecto similar, más este no es perenne, pues las gorgonias no son formadoras de arrecifes.

Resumiendo, la génesis de las cuevas biogénicas del Tipo Madrépora se puede expresar de la siguiente forma:

1. Comienza a crecer un arrecife coralino en forma de copa u hongo debido al efecto de fototropismo positivo en estos organismos (Fig. 4a).
2. El crecimiento de este arrecife en forma de copa u hongo irá

- desarrollando una solapa en todo su alrededor (Fig. 4b).
3. En la parte superior de la solapa comienza a crecer una madrépora *Montastraea cavernosa*, que toma forma aplanada para exponer mayor superficie a los rayos del sol (Fig. 4c).
 4. De la parte superior de los arrecifes se desprenden fragmentos de coral que caen por los bordes superiores quedando apoyados en la madrépora o muy cerca de esta (Fig. 4d).
 5. Sobre estos pedazos de coral comienza a crecer todo un nuevo cabezo que provocará la integración de las partes separadas del arrecife dejando en su parte inferior una cavidad que dará origen a las cuevas del tipo Madrépora (Fig. 4e).

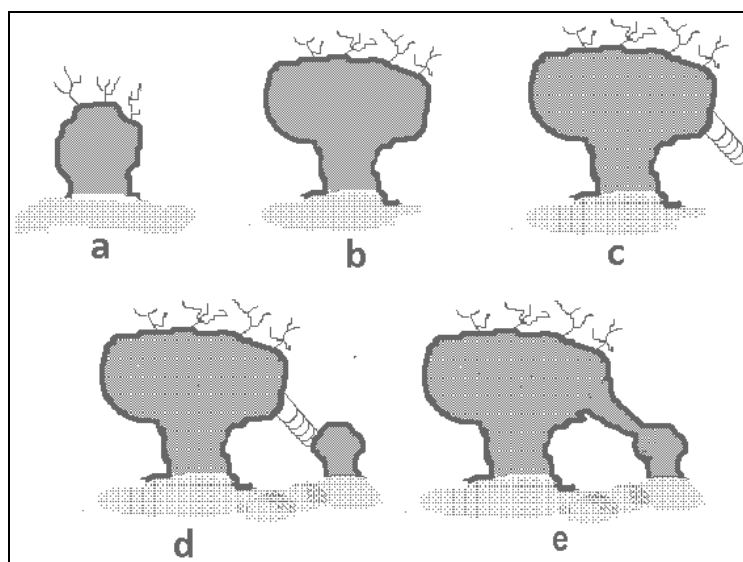


Figura 4. Gráfico ilustrativo del proceso biomorfológico tipo Madrépora.

Discusión

Indiscutiblemente, el estudio de las cuevas biogénicas desde el punto de vista geoespeleológico comienza a dar sus primeros pasos. La primera mención en la literatura espeleológica cubana sobre cuevas coralinas, realizada por Núñez Jiménez (1984) en su libro *Bojeo*, creó el precedente, al proponer como escalón genético dentro de la geoespeleología el de las “cuevas biogénicas”, e introducirlo como parte de la clasificación tipológica de las cuevas de Cuba. Ello fue significativo y posiblemente propicie en el futuro la inclusión de un mayor número de tipos, según se desarrollen las investigaciones en

este campo; pero, por el momento, sólo se agrupan en este escalón los tipos Pecio y Madrépora, ambos producto de un complejo proceso, donde entran a jugar un grupo importante de factores, siendo fundamentales el ambiente geológico, el carácter de los fondos, el factor biológico, el clima y la situación espacial.

Haciendo un análisis de la morfogénesis de las cuevas biogénicas, es evidente que su desarrollo es estrictamente de las barreras de coral (los dos tipos incluidos hasta el momento dentro de este grupo) lo que las sitúa como un accidente morfológico único de las facies o ambientes neríticos, por lo que podemos considerar el ambiente geológico como el primer factor que controla el desarrollo de

estas cavidades, sobre todo cuando estas facies, zona o ambiente se desarrollan a una profundidad de entre los - 8 y -16 m, determinado como el rango favorable de apreciación morfológica del desarrollo de estas cavidades (Fig. 5).

El segundo factor en orden de prioridad es el biológico, o sea, la

capacidad de algunos organismos marinos de sufrir variaciones morfológicas (fototropismo) para adaptarse al medio, capacidad que garantiza el desarrollo de los cabezos según el patrón de copa u hongo, y el desarrollo de la *Montastraea cavernosa* desde una forma globular hasta una aplanada.

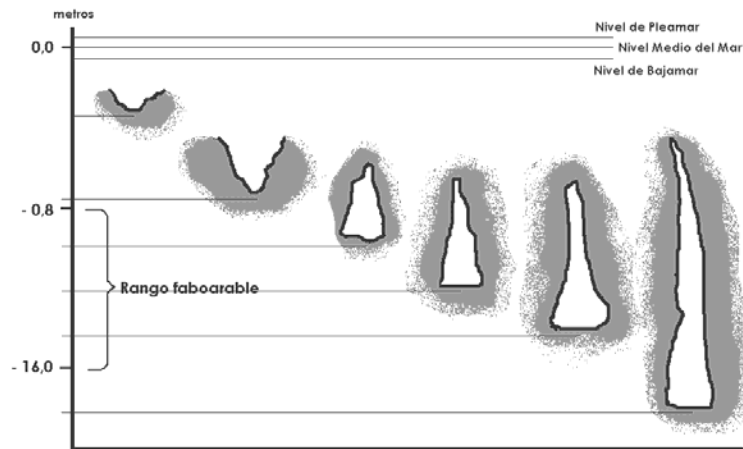


Figura 5. Desarrollo de las secciones transversales de las cuevas biogénicas en función de la profundidad.

Como tercer factor en el control del desarrollo de las cuevas biogénicas puede ubicarse el clima, pues en la medida que las condiciones favorables para el desarrollo de los corales (como son aguas cálidas como las de los mares tropicales, abundante impacto de los rayos solares, etc.) se mantengan, el desarrollo morfogenético de las cavidades estará garantizado.

Por último, influye la situación espacial, pues para el desarrollo de estas cuevas es necesario que los cabezos de arrecifes se comiencen a desarrollar cercanos unos de otros. Lo anterior se expresa numéricamente en la siguiente tabla.

Hablar de cuevas biogénicas desde el punto de vista geoespeleológico, ha provocado no pocas opiniones y algunas que otras discusiones pues, para algunos colegas, esto es un error. Tal posición se defiende con innumerables argumentos, de los cuales el más sólido y serio es el de

considerar como “cuevas” sólo a aquellas cavidades cuya génesis está directamente relacionada con los procesos de disolución y erosión de las aguas en su circulación por los macizos carbonatados, o sea, el concepto de “cueva” está restringido a la carsogénesis como proceso modelador.

A esta posición teórica se le puede encontrar su antecedente más temprano en las opiniones Llopis (1954): “El estudio de una caverna tiene un valor científico muy precario, si no se le relaciona con la circulación cárstica. Hidrogeología cárstica y geoespeleología son materias que van indisolublemente unidas hasta el punto que ninguna de ellas podría concebirse sin la otra”.

La opinión de Llopis se arraigó fuertemente en Europa y, por supuesto, numerosos investigadores cubanos la hicieron suya. No se puede dejar a un lado el hecho de que el archipiélago cubano posee algo más del 65% de su territorio

emergido constituido por rocas carbonatadas, aquí los procesos cársticos son abundantes, lo que implica que gran parte del desarrollo social y económico del país está indisolublemente ligado con la carsogénesis y sus características.

Tabla 1. Factores y caracteres de control genético en las cuevas biogénicas.

GRUPO GENÉTICO	CLIMA	BIOLÓGICOS	FACIES	SITUACIÓN ESPACIAL
Biogénicas	3	2	1	4

GRUPO	TIPO	CARACTERÍSTICAS	FACIES
Biogénico	Pecio	Representativa de las cavidades abiertas en el interior de las barreras coralinas, producto de la unión de varios cabezos en forma de copa	Neríticas
	Madrépora	Representativa de las cavidades formadas en los bordes externos de los cabezos a partir del desarrollo de madréporas.	Neríticas

La espeleología cubana ha reconocido la existencia de procesos espeleogenéticos no asociados a los procesos de carsificación.

El marginar las cuevas biogénicas (Fig. 6), por el mero hecho de no ser cavidades cársticas o asociadas a los procesos de la carsificación, es un esquematismo teórico que mucho daño podría hacerle a la geoespeleología moderna y su desarrollo. De hecho, nuestro país cuenta con una clasificación tipológica detallada de las cuevas y del relieve cárstico (Núñez, 1967; Núñez, 1984), donde se describen las cuevas del tipo Simón, formadas por el amontonamiento de clastos, las cuevas del tipo Los Chorros, formadas por la deposición de travertina en cascada, y las cuevas eólicas, representadas típicamente por la Cueva del Cañón del Río Jauco, en Guantánamo. Estos tipos de cavidades poco o nada tienen que ver con los procesos cársticos, pero se debe recordar que la carsología ha incluido dentro de su campo de estudio fenómenos y procesos que no guardan relación alguna con la carsificación. Baste decir que carsólogos de renombrado prestigio como Maksimovich, Fairbridge, Rediotkin, y

otros, han dedicado gran parte de su tiempo al estudio detallado de geofomas que nada tienen que ver con los procesos cársticos, pues están desarrolladas en rocas no carbonatadas y los procesos de disolución no han tenido ninguna implicación morfomodeladora, en su lugar ha jugado el papel fundamental el lavado y el arrastre mecánico.

Para estos procesos, Gvozdietskyi (1954) propuso el término “Procesos Pseudocársticos” y para las formas resultantes “Formas Pseudocársticas” (según Mateo, 1981).

Dentro de este concepto teórico se encontrarían el **cryokarst**, que se desarrolla en los glaciares, el **termokarst**, formado en los peri glaciares, el **vulcanckarst**, resultando de la caolinización de los feldespatos en materia volcánica, por citar sólo algunos ejemplos (Mateo, 1981).

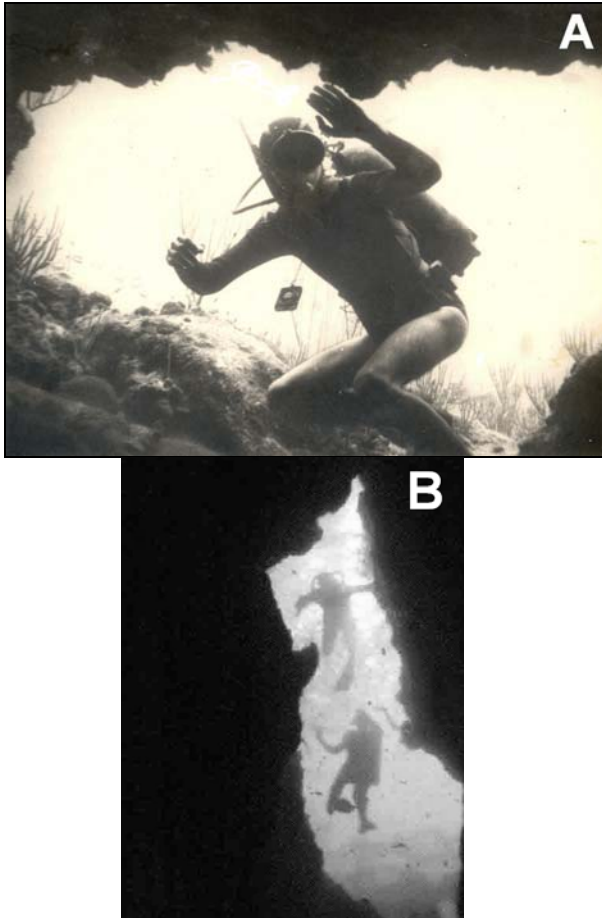


Figura 6. Vistas de contraluz en las localidades tipo de las cuevas biogénicas, en las profundidades aledañas a la playa de Bacuranao, Ciudad de La Habana, Cuba. (A) Cueva Madrépora, (B) Cueva del Pecio.

En Cuba esta situación no ha sido diferente, pues investigadores como Núñez Jiménez, Panos y otros, han dedicado gran parte de su tiempo al estudio de formas y procesos pseudocársicos; por ejemplo, el Vulcanokarst en troctolitas del centro de Camagüey, estudiado por Franco (1970), y las formas pseudocársicas de la Revuelta de los Chinos en Holguín, estudiadas por numerosos especialistas, y que han sido denominadas “Formas Erosivas del Pseudocarso” (Jaimez *et al.*, 1991).

Evidentemente, los carsólogos han comprendido lo ventajoso de estos perfiles para el desarrollo de la carsología, y los procesos a ella asociados. ¿Por qué entonces la Espeleología ha de asumir un

esquematismo teórico que excluya las cavidades que no se relacionen con los procesos cársicos? Indiscutiblemente, no hay argumentos sólidos que justifiquen tales criterios.

Dicha posición, de sostenerse, no se correspondería con las posiciones de otras escuelas, que sí han asimilado como campo de investigación de la espeleología los procesos morfológicos de cavidades no asociadas a la carsogénesis. Por ejemplo: las cuevas formadas por amontonamiento de clastos, cuyas opciones morfogenéticas describió y estudió Bellard (1966); o los esfuerzos de Gvozdietskyi (1954) al estudiar los procesos genéticos de cavidades formadas por la acción de aguas termo-minerales; así como otros numerosos investigadores han dedicado importantes esfuerzos al estudio espeleológico de la cuevas de hielo y las cuevas volcánicas o tubos de lava.

En otro orden, se ha sugerido también como limitante para la inclusión teórica de las cuevas biogénicas en el campo de la espeleología física el hecho de la afectación morfológica que provoca la actividad biológica de los corales y otros organismos marinos dentro de estas cavidades. Cuando están en su etapa de madurez, si bien el desarrollo de la vida en su interior es muy difícil, no es nulo y, por ende, es un agente modelador activo, que altera constantemente la morfología de la cueva, ya sea por acción biológica o por sedimentación, lo que traerá como consecuencia su indiscutible desaparición.

Ante este cuestionamiento, hemos planteado que tales elementos esgrimidos para invalidar estas cavidades pondrían en entredicho a las más grandes, famosas y majestuosas cavernas del mundo, pues es sabido que los fenómenos de reconstrucción y sedimentación en el carso subterráneo son de una gran intensidad y que su sistematicidad trae consigo,

necesariamente, la desaparición de las formas hipogeas del carso.

Sin lugar a dudas, sostener el criterio de la no admisión de cavidades no cársticas dentro de la espeleología moderna, la convierte en un capítulo de la hidrogeología cárstica o de la hidrogeología en general; no hace falta explicar mucho más para aceptar que la propuesta aquí realizada no es más que el resultado del crecimiento teórico de la espeleología como ciencia, y sus detractores sólo entorpecen su desarrollo.

Entonces, queda explícito que nuestra definición de los términos “cueva, caverna o espelunca” y, con ello, del campo objeto de estudio de la espeleología como ciencia, incluye a todas aquellas cavidades de origen natural (cársticas o no) que aporten datos a los estudios geológicos y geomorfológicos, sean éstos subterráneos, submarinos o superficiales, pero de importancia para la comprensión evolutiva del paisaje.

Conclusiones

- Queda demostrada la existencia en la plataforma insular de Cuba de cavidades (cuevas) no cársticas, cuya génesis está directamente relacionada con organismos marinos, en especial corales.
- La génesis de estas cavidades se debe a procesos biopositivos de los corales que se desarrollan en las facies o ambientes neríticos, por lo que las hemos denominado “cuevas biogénicas”.
- Las cuevas biogénicas son el resultado de procesos positivos del relieve de la plataforma, al estar determinadas por el crecimiento de los corales que rodean un espacio preexistente.

- Quedan descritos dos tipos genéticos bien diferenciados: cuevas tipo Pecio y cuevas tipo Madrédora.
- Las investigaciones han sugerido que son las áreas estrechas de la plataforma insular con profundidades entre los - 8.00 y los - 16.00 m los lugares donde mejor se desarrollan estas cavidades.
- Se discute y defiende la necesidad de considerar la espeleología algo mucho más abarcador que un capítulo de la hidrogeología cárstica.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Drs. Efrén Jaimez Salgado y Eduardo Garea Llanos, por sus consejos y comentarios críticos, así como también un reconocimiento especial para los espeleólogos Humberto Crespo Álvarez y Joaquín Balbuena Casas, por su apoyo logístico durante el proceso de investigación. Finalmente, a todos los miembros de los grupos espeleológicos Pedro A. Borrás y Fernando Ortiz, de la Sociedad Espeleológica de Cuba, por su apoyo incondicional.

Bibliografía

- Acevedo, M. 1979.** Tipología hidrogeológica y geomorfológica de las cavidades cársticas hipogeas. *Voluntad Hidráulica*, 16: 16-22.
- Acevedo, M. 1980.** Aplicación de la nueva tipología de las cavidades cársticas. *Programa y Resúmenes del Simposium por el XL Aniversario de la Sociedad. Espeleológica de Cuba.* p. 32.
- Bellard, E. 1966.** Espeleogénesis. Clasificación de las cuevas por su origen. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, 26: 114-118.

- Cabrera, M. 1990.** Introducción al mapeo de los depósitos cuaternarios de la plataforma marina cubana. *Boletín de la Sociedad Cubana de Geología*, 7: 24-33.
- Fairbridge, R.W. 1968.** Volcano-Karst. pp. 1206-1208. In: Fairbridge, R.W. (ed.). *The Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold Book Corporation, New York.
- Franco, G. 1973.** *Notas breves sobre un carso en troctolitas*. Ser. Esp. y Cars., no. 40, 17 pp.
- Gvozdietskyi, N.A. 1954.** *Problemas de la carsología general y regional* (en ruso). Ed. Geografis, Moscú. 391 pp.
- Jaimez, E., D. Gutiérrez, A. Carricarte & I. Consuegra. 1990.** Informe sobre los resultados generales de la expedición Klarren-1 a Maisí, Guantánamo, Cuba. *Boletín Casimba*, I: 40-50.
- Jaimez, E., J. Ruíz & J. Febles. 1991.** La erosión actual y potencial de los suelos montañosos de Moa y el origen de las formas pseudocársicas. *Boletín Casimba*, 2: 60.
- Llopis, N. 1954.** *Nociones de Espeleología*. Ed. Alpina, Granollares, Barcelona. 72 pp.
- Mateo, J. 1981.** *Morfología Cársica*. Ed. Universidad de La Habana, Cuba. 310 pp.
- Nuñez, A. 1967.** *Clasificación Genética de las Cuevas de Cuba*. Ed. Academia, La Habana. 223 pp.
- Nuñez, A. 1984.** *Bojeo. Cuba. La Naturaleza y el Hombre*. Ed. Letras Cubanas, La Habana. 501 pp.
- Swismath, G. 1967.** Coraline formations in the caribbean sea. *Informat. Bull. Ass. Island. Mar. Lab.*, 5: 1 - 24.
- Swismath, G. & J. Rodgend. 1974.** Coral reefs near the Southern of Yucatan. *Informat. Bull. Ass. Island. Mar. Lab.* (14): 19 - 25.

LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE PERTURBACIÓN CÁRSTICA EN LA VALORACIÓN DEL IMPACTO ANTROPOGÉNICO DE LA GRUTA DE ATOYAC (VERACRUZ, MÉXICO)

Maili González Machorro^{1,3}, Marcel Ciobanu² & Antonio González Fuente³

¹Universidad Internacional de Andalucía, Palos de la Frontera, Huelva, España;

²Institute of Biological Research, Cluj-Napoca, Rumania;

³Fundación Latinoamericana de Apoyo a la Economía y Saber Popular, Tlaxcala, México.

E-mail: mailigonz@yahoo.com.mx

Resumen

La Gruta de Atoyac (Atoyac, Veracruz, México), es un objetivo turístico que sufre un alto impacto antropogénico. Se ha llevado a cabo una valoración del grado de perturbación antropogénica, utilizando el índice de perturbación cárstica. El resultado confirma que la gruta se encuentra perturbada por las actividades humanas. Se considera necesario hacer estudios detallados sobre su biodiversidad y tomarlos en cuenta al elaborar una estrategia para su conservación.

Abstract

The Gruta de Atoyac (Atoyac, Veracruz, Mexico) is a touristic attraction objective greatly affected by the human impact.

The degree of anthropogenic disturbance was assessed by using the karst disturbance index. The result confirms that the cave is disturbed by human activities. It is concluded that detailed studies on its biodiversity are necessary and taken further into account in developing a strategy for its conservation.

Résumé

La Gruta de Atoyac (Atoyac, Veracruz, Mexique) est un objectif touristique fortement affectée par l'impact humain. Le degré de perturbation anthropique a été évalué en utilisant l'indice de perturbation karstique. Le résultat confirme que la caverne est perturbée par les activités humaines. Il est conclu que des études détaillées sur sa biodiversité sont nécessaires et prises aussi en compte par l'élaboration d'une stratégie pour sa conservation.

Introducción

Ante los cambios globales causados por la actividad humana, que han impactado en diversos ámbitos del entorno natural, provocando cambios climáticos y del paisaje, aunado a la demanda cada vez más grande de obtener materia prima de rocas solubles, como caliza, yeso, dolomita, minerales preciosos y otros, así como el aumento del interés turístico en cavernas, representa una amenaza para el sistema cárstico, “todas estas actividades pueden tener efectos negativos sobre el karst, como la contaminación y el agotamiento de los recursos de agua, cambios en la morfología natural y la hidrología, pérdida de especies animales, etc.” (Parise & Pascali, 2003).

Con estos referentes y el interés por la conservación de los recursos cársticos, considerados como no renovables, y con la visión de un programa integrador que

involucre a diversos actores sociales en una responsabilidad compartida y con la apertura de autoridades locales, en la perspectiva de desarrollo sustentable, “se propuso la gestión y conservación de la naturaleza de Atoyac” (Pimentel *et al.*, 2009).

El estudio que se presenta se realizó en la Gruta de Atoyac, que es muy concurrida por la población local y un objetivo turístico visitado por personas de los municipios de la región y algunos nacionales e internacionales. Por su fácil ubicación y accesibilidad, la gruta sufre un alto impacto antropogénico. Algunos investigadores han llevado a cabo estudios sobre los invertebrados (milpies¹, colémbolos, arañas) (Bueno-Villegas *et al.*, 2004; Kováč & Palacios-Vargas, 2008; Cokendolpher & Reddell, 1984; Rowland & Reddell, 1980) y los vertebrados (murciélagos hematófagos) (Villa-Ramírez, 1953). Se sabe de otras investigaciones realizadas, cuyos resultados se desconocen.

La presión antrópica debida al turismo no controlado y la falta de educación, conciencia y ética ambiental de algunos visitantes, han causado daños importantes en su interior, tales como graffiti, deterioro de las paredes a causa del fuego, espeleotemas mutilados por “colectores de souvenirs” o simples vándalos, y diversos desechos dejados donde sea (Figs. 1-5).

Objetivo

Con el fin de contar con información sobre el estado que guarda el ecosistema subterráneo, se ha llevado a cabo una valoración del grado de perturbación antropogénica que sustente el diagnóstico

¹Tres especies endémicas de milpiés (diplópodos) reportados: *Bonetesmus verus*, *Myrmecodesmus clarus* y *M. fuscus* (Bueno-Villegas *et al.*, 2004).

situacional en la elaboración de una “Propuesta de Gestión compartida y Plan de Manejo Participativo para la Gestión, Conservación y Turismo Sostenible en la Gruta de Atoyac” (González Machorro *et al.*, 2010).

Zona de estudio

La Gruta de Atoyac se encuentra en el cañón del río Atoyac, a menos de 2 km al noreste de la población del mismo nombre, en la Región de las Altas Montañas del estado de Veracruz, México.

Métodos

Para valorar el grado de perturbación antropogénica en la Gruta de Atoyac, se recurrió al método utilizado por van Beynen y Townsend (2005), *Disturbance Index for Karst Environments* (Índice de Perturbación para Ambientes Cársticos KDI), denominado en el presente trabajo como Índice de Perturbación Cárstica (IPC). La metodología aplicada, comprendió una revisión bibliográfica y estudio del contexto socioambiental con visitas de campo para la obtención de datos *in situ*, circunscribiéndose a la cueva propiamente dicha y su entorno inmediato.

Con el fin de reducir el sistema cárstico a elementos fáciles de estudiar por el evaluador y medir la perturbación cárstica, se han agrupado en 5 categorías de indicadores (van Beynen & Townsend, 2005; Calò & Parise, 2006):

1. **Geomorfología** (superficie y subterránea);
2. **Atmósfera** (calidad del aire);
3. **Hidrología** (prácticas que influyen en la calidad y la cantidad de aguas superficiales y de manantiales);
4. **Biota** (vegetación de superficie y fauna subterránea);

Tabla 1. El Índice de Perturbación Cárstica (IPC), para la Gruta de Atoyac (Veracruz, México). Para más detalles sobre la puntuación de cada indicador, véase van Beynen & Townsend (2005).

Categoría	Subcategoría	Escala	Indicador	Puntaje	
Geomorfología	Formas de superficie	Macro	Canteras/minería	0	
		Macro/Meso	Inundaciones (efecto indirecto de las estructuras de superficie construidas por los humanos)	Eliminado	
		Meso	Drenaje pluvial (% del total de precipitaciones infiltradas en sumideros)	Eliminado	
		Meso	Relleno (% de cuevas y sumideros rellenados reportados en el total del área cárstica)	Eliminado	
	Suelos	Karst subterráneo	Micro	Depósitos de basura (% sumideros afectados)	Eliminado
			Macro	Erosión	Eliminado
		Micro	Compactación debida a ganado/humanos	Eliminado	
		Macro	Inundaciones subterráneas inducidas por humanos debido a alteraciones de superficie	Eliminado	
		Micro	Sustracción de espeleotemas (vandalismo)	3	
		Micro	Sustracción de minerales y sedimentos	0	
Atmósfera	Calidad del aire	Macro	Desecación	1	
		Micro	Condensación/corrosión antropogénica	1	
Hidrología	Prácticas de superficie con efectos sobre la calidad del agua	Meso	Pesticidas/herbicidas	1	
		Micro	Derrames industriales/petróleo	Eliminado	
	Calidad del agua de los manantiales	Todas las escalas	Ocurrencia de floraciones algales	Eliminado	
		Macro	Cambios en el nivel freático (descenso en metros)	0	
Biota	Disturbios de la vegetación	Micro	Cambios en el flujo de las aguas de infiltración	0	
		Todas las escalas	Remoción de la vegetación (% del total)	0	
	Biota subterránea	Terrestre	Micro	Riqueza en especies (% disminución)	Falta de datos
			Micro	Densidad poblacional (% disminución)	Falta de datos
		Acuática	Micro	Riqueza en especies (% disminución)	Eliminado
			Micro	Densidad poblacional (% disminución)	Eliminado
Factores culturales	Artefactos humanos	Todas las escalas	Destrucción/remoción de artefactos históricos	Falta de datos	
	Administración del área cárstica	Todas las escalas	Protección reguladora	3	
		Todas las escalas	Aplicación de los reglamentos	3	
		Todas las escalas	Educación pública	2	
	Construcción de infraestructura	Macro	Construcción de carreteras	3	
		Meso	Construcción por encima del karst	0	
		Micro	Construcción dentro del espacio subterráneo	1	
Número total de indicadores considerados				19	
Número total de indicadores con puntaje				16	
Puntaje total				21	
Total de puntaje posible				48	
Índice de Perturbación Cárstica (IPC)				0.44	
Número total de indicadores con falta de datos				3	
Grado de confianza en el IPC (CIPC)				0.16	

5. Factores culturales (artefactos humanos, administración del área cárstica y construcción de infraestructuras).

En el presente trabajo sólo se tomaron los indicadores pertinentes, como aparecen en la Tabla 1, eliminándose los que no se aplicaban en la zona de estudio, mientras que de los que no se tiene información disponible, pero si son considerados como relevantes, se señalan como falta de datos (FD). Para el registro de datos, a cada indicador se le asigno una puntuación de 0 a 3, basada en la gravedad y amplitud de la variable considerada (para más detalles, véase van Beynen & Townsend, 2005).

Al final de la evaluación, el número FD, dividido entre el número total de indicadores utilizados ha dado una medida de la confiabilidad del IPC obtenido (CIPC).

Una vez que todos los indicadores pertinentes han sido anotados, se calcula el Índice de Perturbación Cárstica (IPC), que es la suma del puntaje de todos los indicadores que tienen un valor asignado, dividido entre el producto del número total de indicadores con puntaje multiplicado por 3. Con ésto se alcanza un valor entre 0 (que significa sin perturbación, correspondiendo a un ambiente natural), y 1 (ambiente muy perturbado; Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de las perturbaciones en ambientes cársticos (según van Beynen & Townsend, 2005).

IPC	Grado de perturbación
0.80 - 1	Muy perturbado
0.60 - 0.79	Moderadamente perturbado
0.40 - 0.59	Perturbado
0.20 - 0.39	Poco perturbado
0.00 - 0.19	Falta de perturbación

Resultados

En el caso de la Gruta de Atoyac, se han aplicado 19 de los 30 indicadores

propuestos por van Beynen y Townsend (2005), para áreas cársticas. Para tres indicadores (Riqueza en especies terrestres, Densidad Poblacional terrestre y Destrucción/ remoción de artefactos históricos) los datos no han estado disponibles.

El Índice de Perturbación Cárstica (IPC) aplicado a la Gruta de Atoyac, resultó con un valor de 0.44, lo que significa que la caverna está perturbada por las actividades humanas. El grado de confianza del índice (CIPC), ha resultado ser de 0.16, es decir que aproximadamente para una sexta parte de los indicadores no se disponían de datos, de tal modo que el IPC tiene una confianza moderada (Tabla 3).

Tabla 3. Grado de confianza del Índice de Perturbación Cárstica (CIPC).

CIPC	Grado de confianza
CIPC < 0.1	Alto
0.1 < CIPC < 0.4	Moderado
0.4 < CIPC	Bajo

La información obtenida sobre el Índice de Perturbación Cárstica de la Gruta de Atoyac, en el caso de la categoría de factores culturales, presenta los niveles más altos de afectación. Respecto a la administración del área cárstica, no existe en el ámbito local una reglamentación específica referida a los sistemas subterráneos, que conlleve a la aplicación de reglamentos. Ante esta aplicación, se hace necesario diseñar una estrategia apropiada para la conservación e implementación de los mecanismos de protección reguladora que implicaría la elaboración de reglamentos, aplicando en su caso también el Código Ético para la Ciencia y Explotación de Cavernas en Países Extranjeros de la Unión Internacional de Espeleología (2001).



Fig. 1. Disturbio antropogénico en la Gruta de Atoyac (Atoyac, Veracruz, México): Graffiti y contaminación en la entrada.



Fig. 2. Disturbio antropogénico en la Gruta de Atoyac (Atoyac, Veracruz, México): Graffiti y deterioro de la pared causado por el fuego.



Fig. 3. Disturbio antropogénico en la Gruta de Atoyac (Atoyac, Veracruz, México): Espeleotemas cortados.



Fig. 4. Disturbio antropogénico en la Gruta de Atoyac (Atoyac, Veracruz, México): Graffiti, remoción de sedimentos y deterioro de la pared.

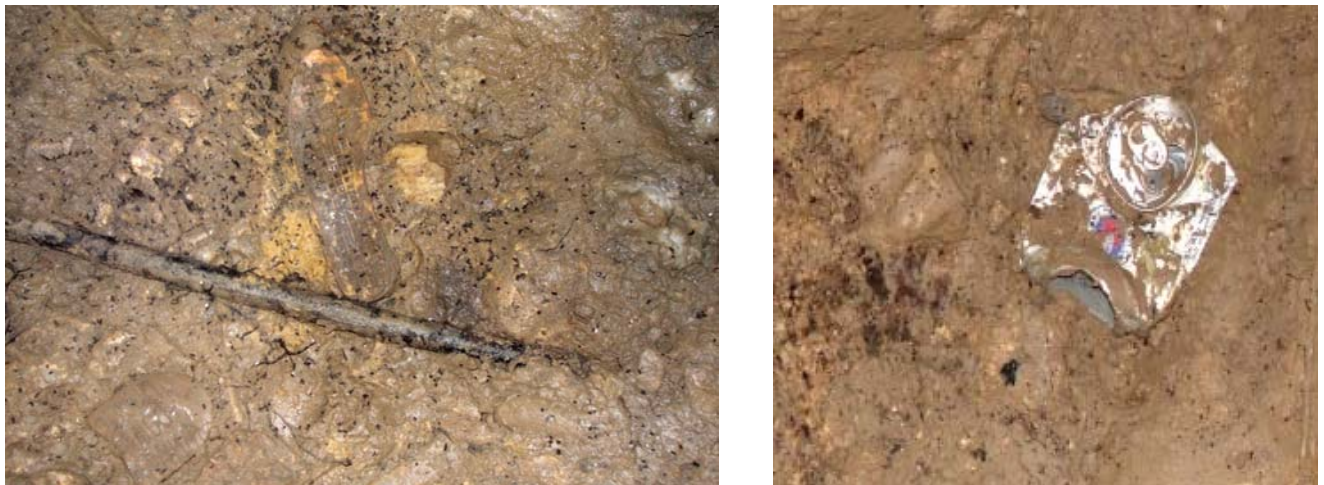


Fig. 5. Disturbio antropogénico en la Gruta de Atoyac (Atoyac, Veracruz, México): Contaminación dentro de la caverna.

Discusión y conclusión

Es importante mencionar que, al igual que en investigaciones realizadas en otros contextos, en el caso de la biota subterránea, aunque existen algunos estudios reportados sobre la fauna de la Gruta de Atoyac, no se cuenta con información disponible sobre la riqueza

en especies y la densidad poblacional. Los datos con los que se cuenta al respecto son aislados, lo que no permite hacer una investigación longitudinal sobre la biodiversidad en esta área cárstica, aspecto que se considera necesario y relevante para poder elaborar una estrategia apropiada para su

conservación y para implementar mecanismos de protección reguladora.

De igual manera es necesario desarrollar un programa de educación para la sustentabilidad, con un enfoque holístico, visión que permitiría involucrar diversos actores y autores, especialistas, instituciones y autoridades con una sociedad local informada y formada para participar de manera organizada en la protección y conservación de su patrimonio natural y cultural.

Bibliografía

- Bueno-Villegas, J., P. Sierwald, & E. Bond. 2004.** Diplopoda. pp. 569-599. *En:* Llorente Bousquets, J.E., Morrone, J.J., Yañez, O. & I. Vargas, F. (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Tomo IV, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología, UNAM-CONABIO, México, D.F.
- Calò, F. & M. Parise. 2006.** Evaluating the human disturbance to karst environments in southern Italy. *Acta Carsologica*, 35: 47-56.
- Cokendolpher, J.C. & J.R. Reddell. 1984.** The male of *Schizomus sbordonii* Brignoli (Schizomida: Schizomidae). *The Journal of Arachnology*, 12: 241-243.
- González, M.A., M. Ciobanu, M.A. González, F. Pimentel, M.A. Machorro, A. González & J. Peña . 2010.** Propuesta de Gestión compartida y Plan de manejo participativo para la gestión, conservación y turismo sostenible de la Gruta de Atoyac (Veracruz, México): Congreso 70 Aniversario de la Sociedad Espeleológica de Cuba/VI Congreso de la Federación Espeleológica de América latina y el Caribe (resumen en CD-ROM).
- Kováč, L., & J.G. Palacios-Vargas. 2008.** Redescription of *Isotomiella alulu* and *I. delamarei* (Collembola: Isotomidae) with notes on the systematics of the genus and new records from the Neotropics. *Zootaxa* 1825: 1-17.
- Parise, M. & V. Pascali. 2003.** Surface and subsurface environmental degradation in the karst of Apulia (Southern Italy). *Environmental Geology*, 44: 247-256.
- Pimentel, F., J. Peña, M.A. González, M. Ciobanu & M.A. González. 2009.** Gestión y conservación de la naturaleza en el municipio de Atoyac, en Veracruz México, en la perspectiva de Desarrollo sostenible. Memorias del IX Congreso Nacional de Espeleología, p. 174-176.
- Rowland, J.M. & J.R. Reddell, 1980.** The order Schizomida (Arachnida) in the New World. III. *mexicanus* and *pecki* groups (Schizomidae, *Schizomus*). *The Journal of Arachnology*, 8:1-34.
- Unión Internacional de Espeleología 2001.** Código Ético para la Ciencia y Explotación de Cavernas en Países Extranjero. 13° Congreso Internacional de Espeleología (publicado en línea a <http://www.uis-speleo.org/ethic-es.html>, fecha de la consulta 18/05/2010).
- van Beynen, P.E. & K.M. Townsend, 2005.** A Disturbance Index for Karst Environments. *Environmental Management*, 36: 101-116.
- Villa-Ramírez, B. 1953.** Distribución en México de los murciélagos vampiros, Familia Desmodontidae. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 35: 426-432.

PERSPECTIVAS CARSO- ESPELEOLÓGICAS QUE OFRECE COSTA RICA.

Carlos Goicoechea Carranza

Miembro N° 29373 de la NSS y N° 002 del
Grupo Espeleológico Antros (GEA).

P. O. Box 831-2070, Sabanilla, Costa Rica

E-mail: carlos@anthros.org

Abstract

The exploration of caves in Costa Rica is relatively 'new', since it started just in 1967. During this time, four national groups have participated in the explorations, with the support of several international societies. The Karst records now show 295 caves. However, the work to be done it is much larger than it was obtained, which will require reviewing and improving the strategies, possibly with professional foreign help.

Résumé

L'exploration de grottes au Costa Rica est relativement «nouveau», puis a commencé seulement en 1967. Pendant ce temps, participé quatre groupes nationaux, avec le soutien de plusieurs entreprises internationales. Le bureau d'enregistrement des dossiers actuellement en place 295 grottes. Toutefois, il reste encore beaucoup à faire que ce qui était obtenu, ce qui exige un examen et d'améliorer les stratégies, probablement avec l'aide de professionnels de l'extérieur.

Costa Rica se halla en América Central, al NW del canal de Panamá, entre los 8° y los 11° 15' de latitud Norte y los 82° 45' y los 86° de longitud Oeste. Tiene una superficie continental de 51,100 km² y una población

de 4,559,930 habitantes¹. Su ciudad capital es San José, ubicada casi al centro del país.

Según cálculos 'extra-oficiales', el área del país que es ocupada por roca caliza (o calcárea) sería de 'al menos un 6 %' de su territorio, o sea, unos 3,000 km², aunque probablemente sea mayor.

Según Kueny y Day (2002), dicha área sería de 2,000 km², de los cuales sólo 68 km² califican como 'Karst Protegido' bajo algún tipo de legislación (un 3%, distribuido en 5 sitios).

Sin embargo, gracias a las indagaciones del GEA², se han identificado varios sitios calcáreo-kársticos amplios que elevarían esas estimaciones (Fig. 1).

'Espeleológicamente' hablando, se ha dividido el país en siete *Grupos Kársticos*, a saber:

- **Guanacaste.** Comprende el karst de Venado de San Carlos.
- **Pacífico Central.** Abarca vertientes de los ríos que desembocan en esta zona.
- **Valle Central.** Abarca el karst del centro del país, bastante ínfimo.
- **Turrialba y vecindades.** Separado del N° 5 por razones de distancia.
- **Atlántico.** El menos explorado y documentado.
- **Pacífico Sur.** La de mayor dimensión
- **Aisladas.** Se incluyen en él las cavidades que no forman 'grupo'.

¹ Centro Centroamericano de Población (CCP), de la [Universidad de Costa Rica](http://www.unica.ac.cr).

² Grupo Espeleológico 'Anthros' (GEA), afiliado a la NSS (www.anthros.org).

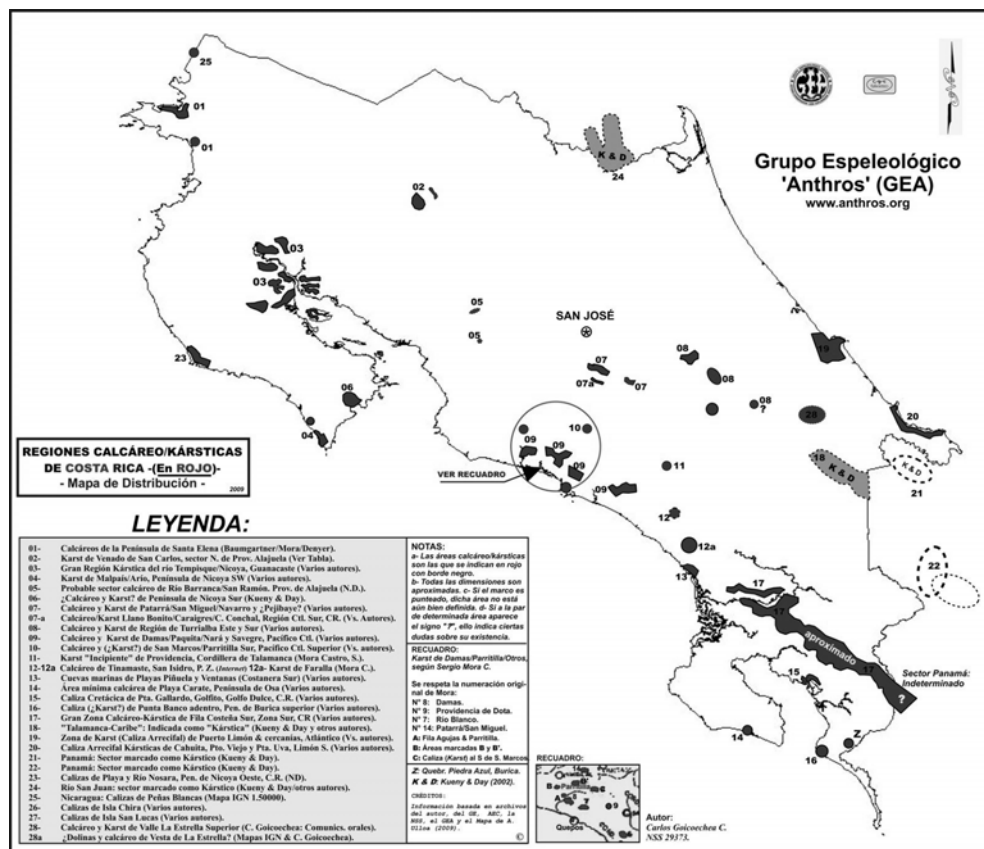


Figura 1. Regiones calcáreo/kársticas de Costa Rica.

Antecedentes

La exploración y documentación espeleológica es algo relativamente reciente en nuestro país. El 'registro' o anotación más antigua que se conoce data de 1904³, y es una mera cita bibliográfica. La primera 'exploración' (por aficionados), se dió en 1922, y no es sino hasta 1967 que se funda una asociación dedicada estrictamente a tales labores: El **Grupo Espeleológico** del Club de Montañeros de Costa Rica (GE.CMCR). Posteriormente nacieron la Asociación Espeleológica Costarricense (AEC), el Grupo de Espeleología de la Universidad de C. R., el Grupo EMUS (de provincia) y, "cerrando con broche de oro", el **Grupo**

Espeleológico Anthros (GEA), la agrupación de mayor impacto nacional, fundada en 1995.

Entre 1987 y el presente, se han dado además expediciones internacionales promovidas por asociaciones tales como el *Gruppo Grotte Carlos Debeljak* (GGCD, Italia, 1988), la Cave Research Foundation (CRF, EE.UU.), la *National Speleological Society* (NSS, EE.UU., de 1987 a 1991), la Société Suisse de Spéléologie (SSS, Suiza, 1991), una expedición conjunta francesa de los '*Club des Memises*' y el '*Club Vulcains*' (en 2008), así como la visita de espeleólogos de España, Alemania, Francia, los EE.UU., Canadá y otros. A la vez, espeleólogos del GEA promovieron y participaron en exploraciones en Belice, México, Honduras, Guatemala y Nicaragua.

³ Noriega, F. (1904): "Diccionario Geográfico de Costa Rica". Imprenta Avelino Alsina, S.J. C. R., 247 pp.

¿Qué ofrece Costa Rica en materia de karsismo?

Se hará la descripción de las posibilidades que ofrece el país en este aspecto, guiándonos por la división en grupos ya indicada.

Introducción

Se puede decir que *muy poco* del karst de este país ha sido explorado. Básicamente, la labor ha sido una especie de 'muestreo' en algunas de las zonas descritas, la delimitación aproximada del área de las mismas, así como definir y agregar zonas nuevas.

Se inició como complemento indispensable a esas actividades el **Catastro Kárstico**, que al poco tiempo se extendió a toda América Central (CCC). Para esta trascendente labor fue clave la ayuda brindada por el programa *SpeleoBase*⁴, creado por el belga Paul de Bie y traducido al español por el GEA.

Toda esta labor ha sido llevada a cabo casi estrictamente por el GEA, que ahora cuenta con 65 asociados y un amplio y variado inventario de equipo espeleológico, que le permite afrontar cualquier reto. Otro importante avance fue establecer, en 2007, una revista electrónica de divulgación cuyo nombre es *Espeleo Informe Costa Rica*, que se puede descargar en la página Web del grupo.

Las labores

En 1967, cuando se puede decir que nació en este país la exploración espeleológica, se conocía solamente de la existencia de una 'cueva' en el Norte del país (*Venado*), otras en el Noreste (Cerros de *Barra Honda*, *Guanacaste*), otra en el Pacífico

Central (*Damas de Parrita*), y 2 ó 3 pequeñas en lo que se llama el Valle Central. Para dar una idea del avance logrado (en tan sólo esos sectores), ahora se conocen 29 cavernas en Venado, 48 en el Parque Nacional de Barra Honda⁵, y al menos 8 exploradas en el Pacífico Central, aparte de que se recibieron informes fidedignos sobre la localización de varias más.

En 1967 se "rumoraba" sobre la existencia de "cuevas y huecos" en la Zona Sur del país. En 1986 se iniciaron las exploraciones en esa zona, y hoy en día hay *catastradas* en ese sector 152 cavidades, tanto horizontales como verticales.

El total de cavidades catastradas⁶ en Costa Rica hoy en día asciende a 268, más otras 27 que se hayan 'en proceso de exploración' (en total, 295). Si se agregan los datos de Centroamérica, la cifra total es de 595. Toda esa intensa labor ha sido en realidad llevada a cabo solo por el GEA, con el significativo apoyo de los grupos internacionales mencionados.

Anteriormente el GE.CMCR había aportado importantes descubrimientos, pero sólo durante unos 7 años y concentrados únicamente en la zona de Barra Honda. Las demás agrupaciones supuestamente existentes no han aportado ni una sola cavidad a esta lista, ya sea por falta de metas de trabajo o porque no les interesa divulgar sus datos.

A pesar de que el trabajo de exploración del GEA ha sido significativo, se puede decir que apenas si se ha

⁴ Este programa se puede obtener en la página Web del GEA: www.anthros.org

⁵ Declarado como tal en 1974, gracias a la labor incansable de los miembros del GE.CMCR.

⁶ En el **Registro Kárstico Nacional** (RKN), administrado por el GEA. Al tratarse de otras cavidades centroamericanas, el nombre cambia a Registro Kárstico Centroamericano (RCC). Por lo general toda cavidad catastrada implica que se ha hecho la topografía de la misma y se han recabado los datos prioritarios.

reconocido 'la punta del iceberg'. Aunque ahora se conocen zonas extensas con presencia kárstica, el acceso a ellas es generalmente difícil y los medios y el personal de que dispone el GEA no dan abasto, ya que, sin exagerar en lo más mínimo, ¡por cada cavidad explorada se descubren de 3 ó 4 nuevas!

Desgraciadamente, el apoyo gubernamental ha sido casi mínimo, lo mismo que el de las entidades particulares. En ciertos momentos se tuvo el respaldo del Instituto Costarricense de Turismo (ICT) y de la Dirección General de Deportes; hoy en día se cuenta con un modesto aporte de la FECODEM (Federación Costarricense de Deportes de Montaña).

Lo hecho y lo 'por hacer'

Venado de San Carlos, Alajuela.

Todo se inició con una sola caverna, mencionada desde 1936. En 1968 se topografió por primera vez. Ya en esa fecha se habían explorado en este sitio 3 cavidades, bastante cercanas entre si.

Hoy en día se han localizado 29 cavidades, no todas exploradas y sólo unas pocas topografiadas. La mayor, llamada 'Gabinarraca', tiene 2,950 m. de longitud y un desnivel de unos +35 m. Aunque se tiene el plano hecho, se requiere volver a topografiarla como una sola unidad. La profundidad máxima alcanzada es de unos -77 m, en otra caverna cercana, también con río interno.

Venado es una localidad calcáreo-kárstica del Mioceno, donde existe un notable sistema subterráneo de conducción de aguas, que se sospecha sería muy amplio, abarcando al menos unas 6 ó 7 cavernas, que probablemente son confluentes. La surgencia al exterior es precisamente Gabinarraca.

Se han detectado al menos otros dos Sistemas hidrológicos, quizás independientes. El acceso al sector es

relativamente fácil (170 km desde San José), y la exploración de superficie no presenta mayores problemas, pues el área está muy deforestada. Hay toda clase de servicios, aunque a nivel básico.

Barra Honda de Nicoya y resto de Guanacaste.

Se puede decir que esta fue la cuna de la espeleología profesional en Costa Rica, iniciada en 1967. El intenso trabajo del GE.CMCR durante los siguientes 7 años dio como resultado el descubrimiento y mapeo de unas 45 cavernas, mayormente verticales. Posteriormente el GEA ha descubierto otras, pero sin explorarlas. Se cree que todavía quedan muchas sin descubrir, al igual que en una multitud de cerros calizos cercanos.

Aparte de los 4 cerros que conforman el Parque Nacional, hay una gran multitud de cerros calcáreos 'aislados' o "relictos"⁷, en la mayoría de los cuales se ha reportado algún tipo de karst, en gran parte sin explorar.

Cabe señalar que en una expedición organizada por la Federación de Espeleología de América Latina y el Caribe, en colaboración con la Asociación Costarricense de Espeleología, dió origen a nuevos registros faunísticos (Palacios-Vargas, 1994), que complementan los presentados en Juberthie y Strinati (1994).

El Pacífico Central.

Este es un ejemplo clásico de los resultados de la perseverancia. Por años se conoció en esta amplia zona una sola caverna, llamada 'Damas'. En 1987 la AEC hizo una exploración aislada, sin documentarla, y posteriormente miembros del GEA se empeñaron en hacer más averiguaciones, y en muy poco tiempo se han explorado

⁷ Término acuñado por el geólogo Gabriel Dengo, en 1961.

unas 8 cavernas; hoy en día la zona comprende al menos 14 Sub-localidades calcáreo-kársticas muy prometedoras, que se extienden en una amplia región (Fig. 2). Se tienen ya bastantes informes aislados sobre otras cavidades, y se espera poder llegar a efectuar la *unión geo-carsológica*⁸ entre todas las sub-unidades. Ésto convertiría a esta región en la segunda de más amplitud en el país.

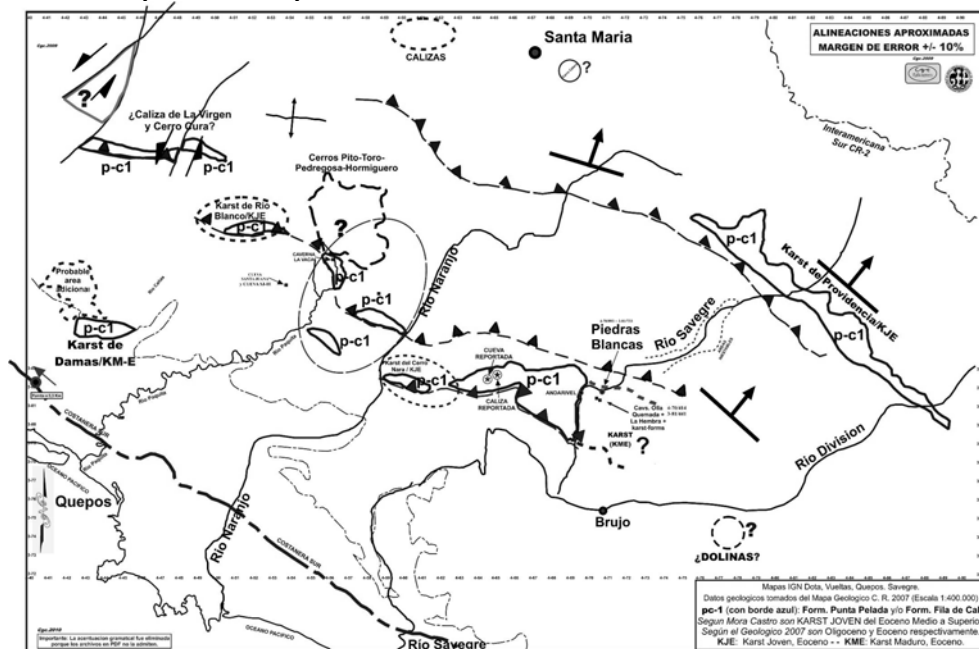


Figura 2. Mapas IGN Dota-Quepos-Vueltas-Savegre, mostrando la geología específica y el karst (2007).

⁸ Aunque esta unión quizás no se de a nivel de superficie, se podría dar "a profundidad".

La 'Zona Sur'.

Zona Sur es un término 'genérico' con el que se designa una larga zona kárstica, que se extiende con rumbo NW por unos 60 Km desde la frontera con Panamá hasta el Río Grande de Térraba y un poco más allá. Se trata de una caliza del Terciario, que exhibe intensa karsificación. Se presenta, *a grosso modo*, como tres franjas ligeramente separadas, con un espesor promedio de la caliza de 600 m. Sin embargo, el sector más septentrional alcanza hasta los 1,300 m.snm, ignorándose su espesor real. Se estima que el área por explorar sería de unos 300 Km². Sin embargo, sólo se han explorado con cierta intensidad unos 3 ó 4 sectores, cerca del extremo sur, aunque se han efectuado 'muestreos' favorables a lo largo de gran parte de la franja.

Aunque se tenían noticias vagas sobre cavernas en este sector desde 1970, no fue hasta 1986 que la AEC hizo las primeras exploraciones, pero solo por un año.

A partir de 1987 fue estudiada por la NSS (hasta 1991), en 1988 por el GGCD de Trieste, Italia, y en 1991 por la SSS, de Suiza. En 1996 el GEA inició sus exploraciones y estudios, que se extienden hasta el presente. Como ya se dijo, se han explorado y catastrado 152 cavidades, y se tienen datos sobre muchas más, por localizar. En ciertos sectores se ha llegado a calcular la densidad en '*hasta 10 agujeros por hectárea*', aunque la norma es más baja. Geológicamente se la denomina ahora *Formación Fila de Cal* (Eoceno Medio Superior), que se sub-divide en 2 Unidades⁹.

Otras zonas.

Vertiente Atlántica Sur.

La región más inexplorada y menos estudiada de Costa Rica es sin duda la

Vertiente Atlántica Sur, que abarca desde las cercanías de Puerto Limón hasta la frontera con Panamá. En los referente a calcáreo y karst, hay datos comprobados sobre calizas arrecifales con karsismo, de incipiente a juvenil, en los alrededores y hacia el SW de ese puerto.

Luego, envuelto en un dejo de misterio y tradiciones orales, hay datos sobre '*cavernas muy grandes*' en el sector de La Estrella, intermedio entre el Mar Caribe y la Cordillera Central de Talamanca. Se tienen además los datos de Kueny & Day (2002), quienes en su mapa de calizas de Centroamérica insertan una franja de unos 25 km de largo por unos 10 km de ancho hacia el Sur de la sección anterior, que se extiende hasta la frontera Panameña.

Zona al SE de Turrialba.

Se tienen pocos datos, tratándose al parecer de zonas aisladas, pero que tienen más o menos el mismo patrón geológico. Estas localidades se conocen como Bajo y Alto Pacuare, Cabeza de Buey, Las Ánimas, Jesús María, Azul, Chitaría, Jicotea, Veréh, Moravia de Chirripó y otras.

El patrón común '*de enlace*' (geológico) parece ser la *Formación Las Ánimas* (Calizas del Eoceno Superior). Solamente en Jesús María un hidrólogo ha penetrado a una cavernita mixta, en 1953. A esta misma persona le informaron de cavernas en Cabeza de Buey. Se han recibido informes de cavidades también '*cerca de Moravia de Chirripó*'. En uno de los mapas topográficos aparece una probable Dolina, donde llaman '*Cien Manzanas*'. El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) planeó construir una gran represa en el sector de pacuare, y los estudios geológicos revelaron la presencia de importantes sectores calcáreos. No hay datos determinantes en cuanto a dimensiones.

⁹ Ulloa Carmiol, Andrés, 2007.

Conclusiones

Aunque el país no presenta características kársticas *monumentales* (por el momento), y tampoco las calizas hasta ahora descritas no alcanzan una antigüedad dramática (No rebasan el Cretácico Superior), Costa Rica ofrece un Karst de tipo Tropical que apenas si ha sido levemente explorado.

La documentación y estudios hasta ahora realizados se han concentrado en las zonas más pobladas o de más fácil acceso, y ciertas regiones, por casualidad calcáreo-kársticas, todavía son bastante desconocidas.

Aunque los grupos dedicados a la espeleología (en especial el GEA y algunas agrupaciones extranjeras), han dedicado importantes esfuerzos en procura de un mejor conocimiento de estos fenómenos, se puede decir que el asunto todavía está "en pañales".

Se requiere una intensa campaña proselitista para aumentar la cantidad de personas participantes, para interesar a las instituciones gubernamentales y privadas en cuanto a incluir este tema dentro de sus programas de investigación y/o de ayuda. Asimismo, que el GEA inicie un intenso programa de acercamiento con agrupaciones, instituciones y ONG's extranjeras, con los mismos fines: Acelerar y ampliar lo más técnica y humanamente posible el total conocimiento de la fenomenología kárstica nacional. No ya con fines meramente científicos, turísticos, deportivos o similares, sino porque ecológicamente, el karst, tanto de superficie como subterráneo, está íntimamente ligado con la supervivencia de la especie humana en las zonas donde ocurre.

Bibliografía

Centro Centroamericano de Población (CCP). 2010. de la Universidad de Costa Rica.

- Jubertie, C. & P. Strinati. 1994.** Costa Rica. pp. 431-434. *In* Jubertie C. & V. Decu (Eds). *Encyclopedie Biospeologique*. Tome I, Cap. IV. *Historique de la Biospeologie*. 1.7. Costa Rica. CNRS-Fabbro, Saint-Girons, France.
- Goicoechea Carranza, C. 1970.** Macizos Calcáreos y Fenomenología Kárstica de Costa Rica. Editorial? San José, Costa Rica. 178 pp.
- Goicoechea Carranza, C. 2007.** Guía Espeleológica de Barra Honda. Publicaciones del GEA, 19 Págs. fotos, mapas y planos. S.J. C. R.
- Goicoechea Carranza, C. 2008a.** La Caverna de 'Gabinarraca' (o Cavernas de Venado) y los Sistemas Kársticos aledaños. San José, C. R. EUNED, 160 Págs.
- Goicoechea Carranza, C. 2008b.** El Karst del Pacifico Central de C. R.- Diagnostico Final. 27 Págs, fotos, mapas y planos. Publicaciones del GEA, S.J. C. R.,
- Grupo Espeleológico Anthros:** Espeleo Informe Costa Rica, Volúmenes 1, 2, 3, 4, 5 y 6 (2007 a 2010). S.J., C. R. (www.anthros.org).
- ICE, 1968.** Estudio de Pre-Factibilidad, Proyecto Hidroeléctrico Pacuare. Oficina de Proyectos, Depto. de Geología, ICE. S.J., C. R. 1968.
- Kueny, J.A. & M.J. Day. 2002.** Designation of protected karstlands in Central America: A regional assessment. *Journal of Cave and Karst Studies* 64: 165-174. (<http://www.caves.org/pub/journal/PDF/V64/v64n3-Kueny.pdf>).
- Palacios-Vargas, J. G. 1994.** Nuevos datos faunísticos para cueva de Barra Honda, Costa Rica. *Mundos Subterráneos*, 5:23-29.

Registros del **CCC** (Catastro Cárstico Centroamericano) y el **RKN** (Registro Kárstico Nacional) del **GEA**. S.J., C. R., 2010.
Ulloa Carmiol, S. 2007. Sistema Cárstico asociado al Sumidero La Bruja.

Trabajo de investigación, Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, San José, Costa Rica. 14 pp.

LAS EXPLORACIONES ESPELEOLÓGICAS EN LA ZONA DE CERRO BRUJO, OCOZOCAUTLA, CHIAPAS, MÉXICO

**Gabriel Merino Andrade, Camilo
Thompson Poo, Tomás Torres Guzmán,
Gabriel Camacho Hernández, Juan C.
Franco Guillén y Kaleb Zárate López.**

**Calle Vino No.291.Fracc. Montereal
C.P. 29060. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
E-mail: gabrielmerinoa@gmail.com
daniel.thompson38@gmail.com**

Résumé

L'objectif du projet est de l'exploration géographique et la spéléologie pour connaître le potentiel hydrologique karstique de Cerro Brujo et Guayabo, situé dans la municipalité de Ocozocoautla, Chiapas. Dans le but d'établir et de mettre en œuvre un Plan de conservation des grottes de la région qui intègre les aspects de la biodiversité et l'hydrologie du Cerro Brujo. Plusieurs objectifs spécifiques ont été établis: fournir la topographie, la géo-localisation des grottes, des gouffres et des sources explorées, sa description générale, la détermination du type de la faune qui l'habite et de la végétation autour d'eux, ainsi que son climat, type de sol et deux de l'homme préhistorique et moderne.

Abstract

The main objective is to carry out geographical exploration and caving to know the potential karst and hydrology of Cerro Brujo and Guayabo, located in the municipality of Ocozocoautla, Chiapas, with the goal to establish and implement a

Conservation Plan for caves in the area that integrates aspects of biodiversity and hydrology. Several specific objectives were established such as: provide the topography, geo-location of the caves, sinkholes and springs explored, their general description, determining the type of faune inhabiting and vegetation around them, as well as its climate and soil type.

La zona de Cerro Brujo es una serranía que abarca una extensión superficial de 210 km², ubicada al Sureste del municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México, el cual tiene las coordenadas 16° 45' 37" N 93° 22' 20" W; una altitud máxima de 1800 m snm y una mínima de 800 m snm. La Serranía de Cerro brujo representa el 11.79% de la superficie total del municipio que es de 2,476 km². El clima varía de calido húmedo a subhúmedo (tipo C(w₂) (w) big, de acuerdo a la clasificación de (García, 1981) con lluvias de verano, la temperatura media anual de 29°c. según la zona, por lo que el tipo de vegetación es de chaparral, bosque espinoso y selva baja media alta (Álvarez, 1990).

La zona (Figs. 1, 2) está conformada por rocas calizas y dolomitas del cretáceo inferior y cretáceo superior, caracterizándose por mogotes que son pequeñas lomas en forma de cono invertido, que se ubican en la zona formando a su vez un gran número de pequeños valles cársticos también conocidos como poljes (Leet & Judson, 1984). Que dan lugar a un paisaje cárstico de singular belleza. El macizo cárstico de Cerro Brujo es una masa anticlinal que forma a su vez sinclinales que moldean llanuras aluviales como es el caso del río Suchiapa y del valle de Jiquipilas y el río

de las flores, la formación orográfica de la zona interna de la serranía, forma un conjunto de anticlinales internos (mogotes) y de sinclinales internos (valles cársticos; Leet & Judson, 1984). Podemos localizar en la cuenca principal de la zona recorrida por el arroyo de los plátanos, formando un valle aluvial interior, que es abastecido por el afluyente arroyo el encanto y el arroyo Monterrey, en todo el recorrido del arroyo Plátanos podemos observar algunas monoclinales que forman paredes de roca o como comúnmente se les conoce en la zona como “peñas”. Toda esta estructura geológica e hidrológica en conjunto hacen que la zona sea muy rica en dolinas, cuevas, simas y surgencias de agua cárstica en diferentes puntos del macizo de Cerro Brujo (Custodio & Ramón, 2000).

En las partes más altas, su vegetación es de selva media perennifolia y selva baja caducifolia. En las partes bajas selva baja caducifolia, chaparral y bosque espinoso.

En las partes bajas de la zona de Cerro Brujo, se localizan múltiples surgencias de agua, mismas que alimentan la cuenca, la que está conformada por los arroyos “el Encanto”, “Simojovel”, “Monterrey”, “los Plátanos”, “Zaragoza (la Toma)”, “Ojo de Agua”, “Guadalupe Victoria” y “el Fierro” (Leet & Judson, 1984).

Dichos acuíferos, normalmente son utilizados para riego, ganadería y uso domestico, por las comunidades del Cielito, Nuevo Simojovel, Pozo Sagrado, Galeana, Zaragoza, Ojo de Agua, Guadalupe Victoria Y San Vicente (Lugo, 2003).

Estos afluentes desembocan a un solo sitio conocido como “El Sumideron”, ésta es la parte más baja de toda el área, en la cual se determinó que es el ingreso a un gran sistema cárstico único en la zona, que lleva orientación al Cañón del Rio Suchiapa. Por desgracia, este sistema conformado por los causes de la cuenca mencionada, se encuentra cubierto en su principal acceso, por arboles, lodo y basura que acarrea el agua, y provoca un alto impacto de la cuenca alta del Suchiapa.

Los resultados de las exploraciones realizadas en 2009-2010, se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados de las exploraciones realizadas durante 2009-2010 en Cerro Brujo, Ocozocoautla, Chiapas.

Tipo	Número
Cuevas exploradas	40
Cuevas fósiles	23
Cuevas activas de temporal	04
Cuevas Activas	07
Surgencias	06

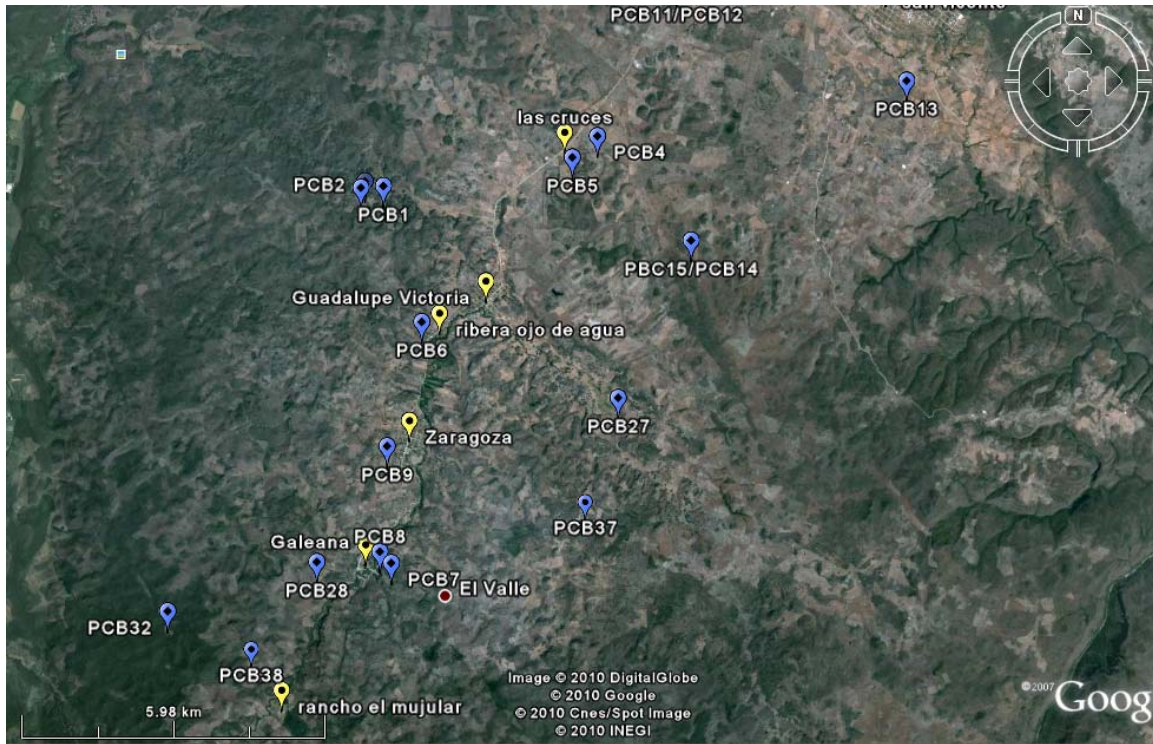


Figura 1. Ubicación de las cuevas según nomenclatura (pcb) y comunidades en el plano general escala 1:2990 m.

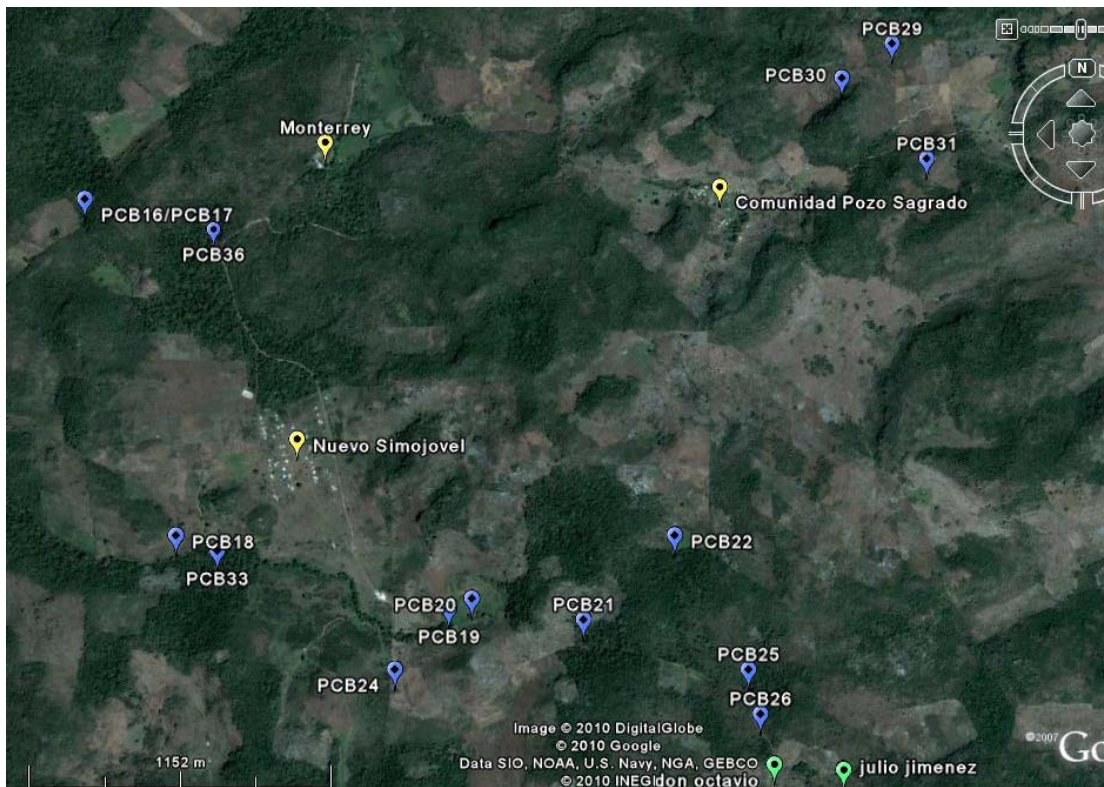


Figura 2. Ubicación de las cuevas según nomenclatura (pcb) y comunidades en el plano general escala 1:576 m.

Informe de documentación de la exploración

A continuación se presentan los datos geográficos y geológicos de las cuevas más significativas de la región y para el proyecto. Esta clasificación y signos topográficos presentados según Biosca (1999).

NOMENCLATURA: **PCB1**

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **16° 38' 35" N**

93° 21' 35" W

NOMBRE DE LA CUEVA: **EL GUAYABO1**

DESARROLLO: **353 m.**

DESNIVEL: **-20 m.**

ALTITUD: **805 msnm.**

TEMPERATURA PROMEDIO: **22° c**

COMUNIDAD CERCANA: **Guadalupe Victoria**

Topografía cueva del Guayabo1, planta, escala: 1:20 m. archivo.

Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 3.

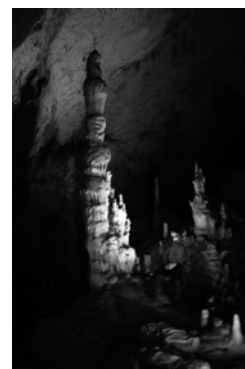
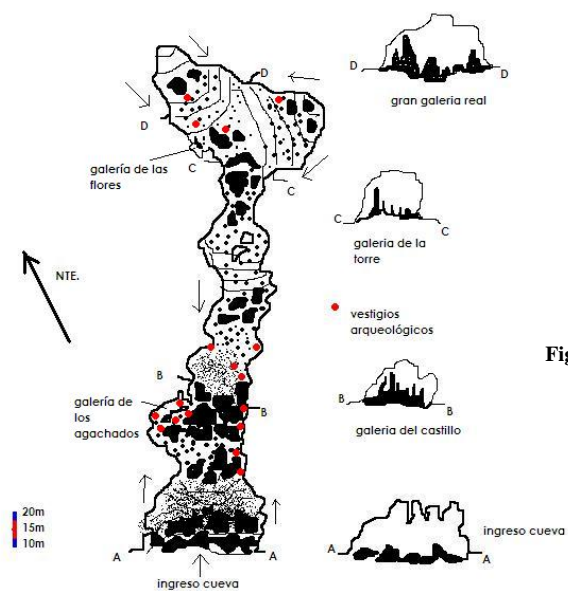


Figura 3b. Galería de la Columna



Figura 3c. Galería del Collar



Figura 3a. Galería Real

NOMENCLATURA: PCB2
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 16° 38' 34" N
93° 21' 22" W
NOMBRE DE LA CUEVA: EL GUAYABO2
DESARROLLO: 120 m.
DESNIVEL: -18 m.
ALTITUD: 796 msnm.
TEMPERATURA PROMEDIO: 25°c.
COMUNIDAD CERCANA: Guadalupe Victoria



Figura 4a. Ingreso

Topografía cueva del Guayabo2, planta, escala: 1:15 m. archivo. Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 4.

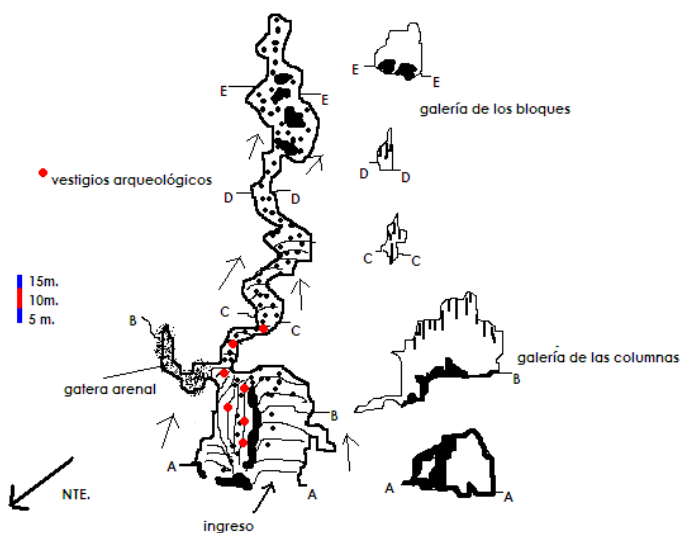


Figura 4c. Galería de los bloques

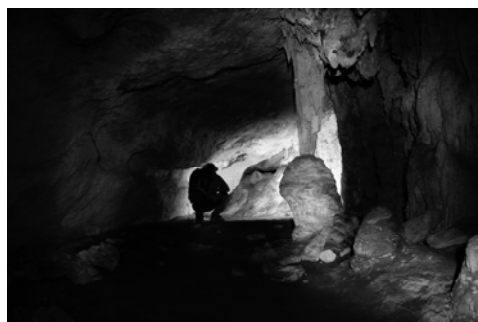


Figura 4b. Galería del agachado

NOMENCLATURA: **PCB6**
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **16° 37' 02" N 93° 20' 55" W**
NOMBRE DE LA CUEVA: **DE OJO DE AGUA**
DESARROLLO: **24 m.**
DESNIVEL: **- 24 m.**
ALTITUD: **791 msnm.**
TEMPERATURA PROMEDIO: **25°c.**
COMUNIDAD CERCANA: **Ojo de Agua**



Figura 5a. Ingreso

Topografía cueva de Ojo de Agua, Perfil, escala: 1:10 m. archivo. Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 5

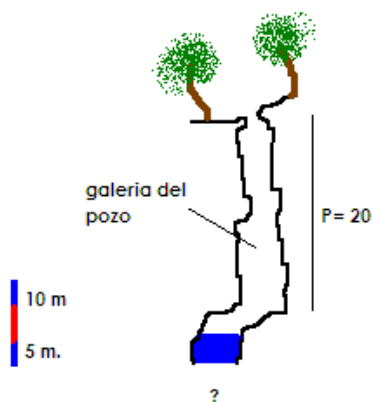


Figura 5b. Sifón de Ojo Agua



Figura 6a. Ingreso



Figura 6b. Galería de la cortina

NOMENCLATURA: **PCB7**
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **16° 34' 28" N 93° 21' 15" W**
NOMBRE DE LA CUEVA: **GALEANA1**
DESARROLLO: **39.10 m.**
DESNIVEL: **- 33.60 m.**

ALTITUD: **1,030 msnm.**
 TEMPERATURA PROMEDIO: **23°c.**
 COMUNIDAD CERCANA: **Hermenegildo Galeana**

Topografía cueva de Galeana1, Perfil, escala: 1:3 m. archivo. Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 6.

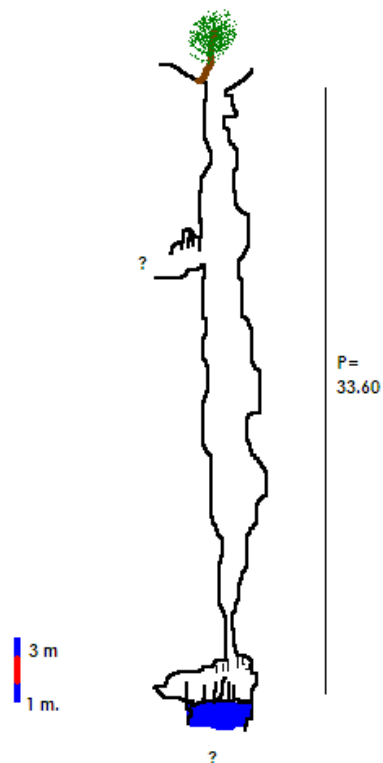


Figura 6c. Galería de los picos

NOMENCLATURA: **PCB19**
 COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **16° 30' 48" N 93° 21' 52" W**
 NOMBRE DE LA CUEVA: **SUMIDERO DE SIMOJOVEL1**
 DESARROLLO: **74.2 m.**
 DESNIVEL: **-18.8 m.**
 ALTITUD: **1,267 msnm.**
 TEMPERATURA PROMEDIO: **23°c.**
 COMUNIDAD CERCANA: **Nuevo Simojovel**

Topografía cueva Sumidero de Simojovel1, Perfil, escala: 1:5 m. archivo. Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 7.

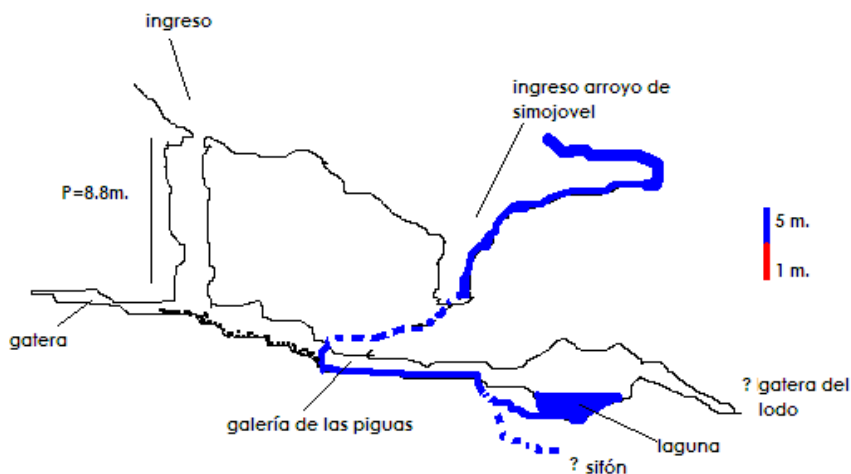




Figura 7a. Galería de las Figuas



Figura 7b. Galería de la Laguna



Figura 7c. Ingreso fósil



Figura 7d. Ingreso activo

NOMENCLATURA: PCB20

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 16° 30' 48" N 93° 21' 52" W

NOMBRE DE LA CUEVA:

SUMIDERO DE SIMOJOVEL2

DESARROLLO: 21.2 m.

DESNIVEL: - 11.2 m.

ALTITUD: 1256 msnm.

TEMPERATURA PROMEDIO: 22°C.

COMUNIDAD CERCANA: Nuevo Simojovel.

Topografía cueva Sumidero de Simojovel2, Perfil, escala: 1:3.5 m. archivo. Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 8.

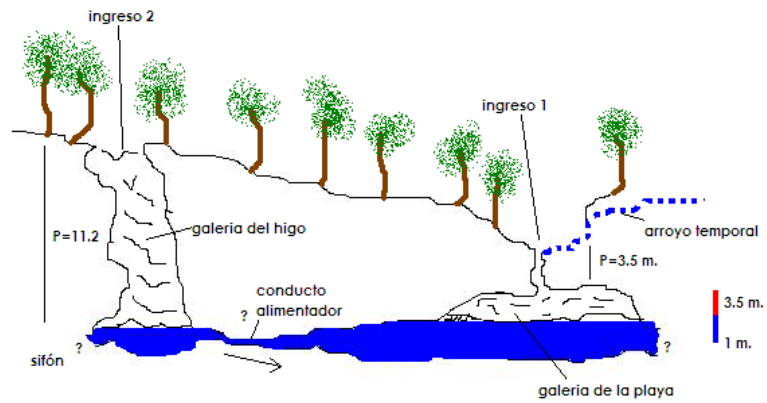


Figura 8.Ingreso

NOMENCLATURA: **PCB21**
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **16° 30' 47'' N 93° 21' 34'' W**
NOMBRE DE LA CUEVA: **CUEVA DE LA RATA**
DESARROLLO: **63.10 m.**
DESNIVEL: **- 18.14 m.**
ALTITUD: **1,280 msnm.**
TEMPERATURA PROMEDIO: **24°c.**
COMUNIDAD CERCANA: **Nuevo Simojovel.**

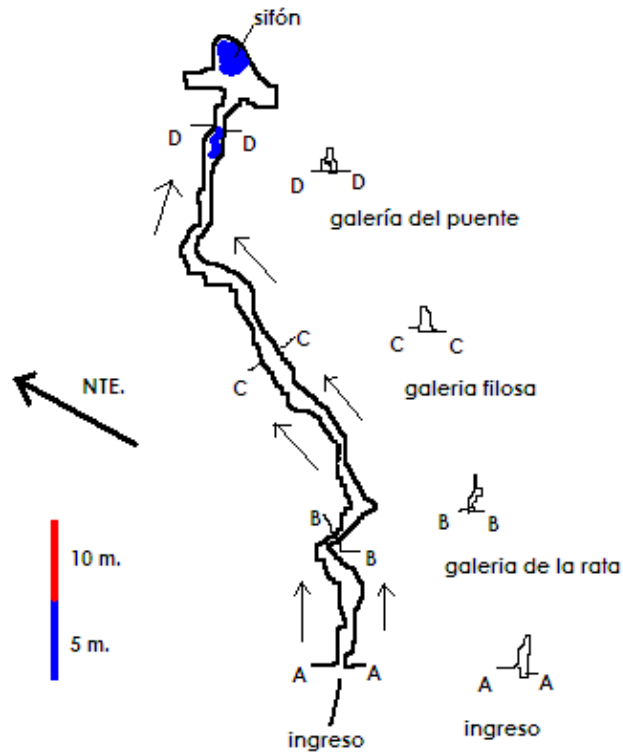


Figura 9b.Roedor



Figura 9a.Galería de Puente

Topografía Cueva de la Rata, Planta, escala: 1:5 m. archivo. Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 9.



NOMENCLATURA: **PCB23**
 COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **16° 30' 07" N 93° 21' 26" W**
 NOMBRE DE LA CUEVA: **CUEVA DEL AGUA**
 DESARROLLO: **87.6 m.**
 DESNIVEL: **- 25 m.**
 ALTITUD: **1,284 msnm.**
 TEMPERATURA PROMEDIO: **21°C.**
 COMUNIDAD CERCANA: **Nuevo Simojovel.**



Figura 10a. Galería del Buzo

Topografía Cueva del Agua, Planta, escala: 1:15 m. archivo. Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 10

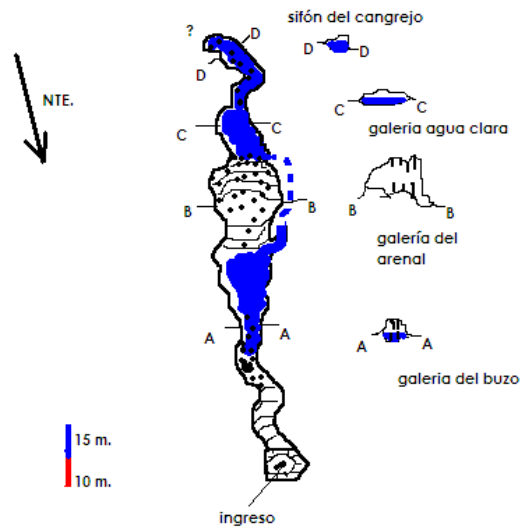




Figura 10b. Galería del laminador

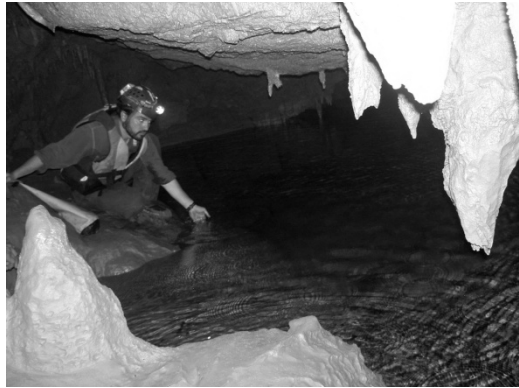


Figura 10c. Galería Agua Clara

NOMENCLATURA: **PCB27**
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **16° 26' 12" N 93° 18' 40" W**
NOMBRE DE LA CUEVA: **CUEVA EL SUMIDERON**
DESARROLLO: **42.6 m.**
DESNIVEL: **- 25 m.**
ALTITUD: **776 msnm.**
TEMPERATURA PROMEDIO: **27°c.**
COMUNIDAD CERCANA: **Guadalupe Victoria**

Topografía Cueva El Sumiderón, Perfil, escala: 1:10 m. archivo. Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 11

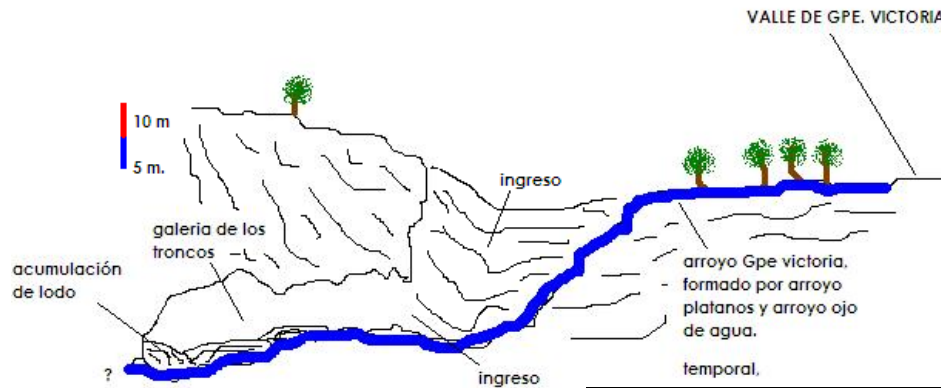


Figura 11a. Inb. Galería de los Troncos

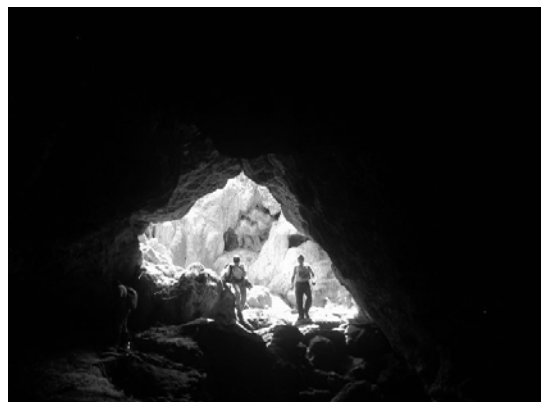


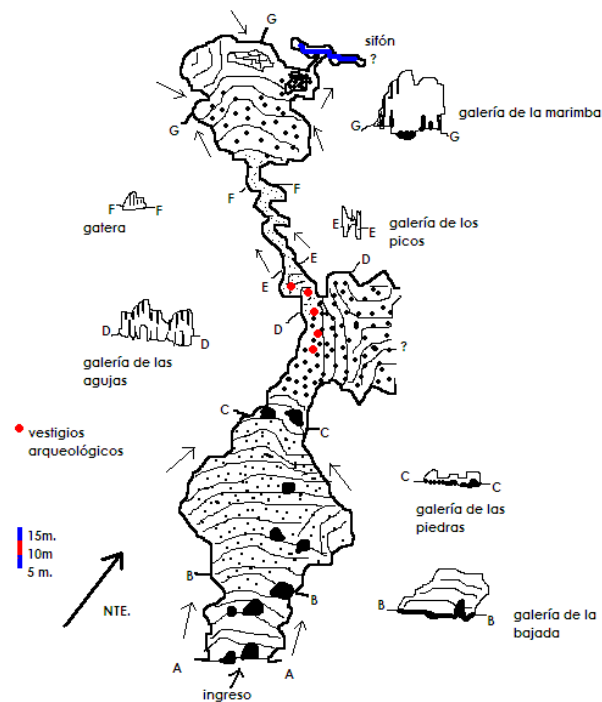
Figura 11b. Galería de los Troncos

NOMENCLATURA: **PCB16**
COORDENADAS GEOGRÁFICAS:
NOMBRE DE LA CUEVA: **EL CIELITO1**
DESARROLLO: **244.4 m.**
DESNIVEL: **-45 m.**
ALTITUD:
TEMPERATURA PROMEDIO: **25°c.**
COMUNIDAD CERCANA: **El Cielito, Nuevo Simojovel.**



Figura 12a.Ingreso

Topografía cueva del Cielito1, planta, escala: 1:15 m. archivo. Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 12



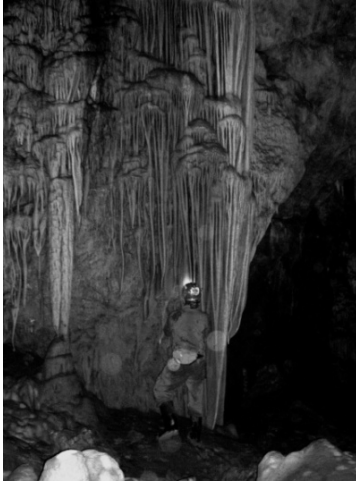


Figura 12b. Galería de la Marimba



Figura 12c. Galería de las agujas

NOMENCLATURA: **PCB29**

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: **16° 32' 04" N 93° 20' 51" W**

NOMBRE DE LA CUEVA: **CUEVA POZO SAGRADO1**

DESARROLLO: **110 m.**

DESNIVEL: **-26 m.**

ALTITUD: **1108 msnm.**

TEMPERATURA PROMEDIO: **24°c.**

COMUNIDAD CERCANA: **Pozo Sagrado**

Topografía Cueva de Pozo Sagrado1, Planta, escala: 1:15 m. archivo. Topografía por: Gabriel Merino. Fig. 13

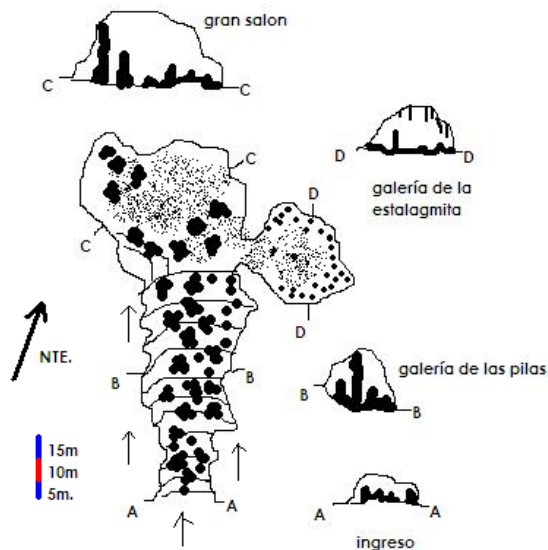




Figura 13a. Cerámica Zoque



Figura 13b. Galería del hombre

Agradecimientos

Grupo Espeleológico Jaguar A.C., comunidades de Guadalupe Victoria, Ojo de Agua, Zaragoza, Galeana y Nuevo Simojovel. Al Sr. Reynol Hernández, Prof. Julio Jiménez, Ing. Juan Carlos Zebadua, Sr. Arturo Morales, Lic. Julio Montesinos, José Renan (cachi), Biól. Carlos Beutelspacher, y a Geographica México Project (GMP).

Bibliografía

- Álvarez, M. 1990. Así era Chiapas. 2ª. Instituto de Historia Natural del Estado de Chiapas, México. pp. 413-420.
- Biosca, C. 1999. Espeleología. Edimat libros, Madrid, España. pp. 135-151.
- Custodio, E. & M. Llamas. 2000. Hidrología Subterránea. 2ª. Ed. Tomo II. Omega, Barcelona, España pp. 1494-1507.
- García, E., 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª. Ed. Editorial, México. pp. 57-58.
- Lugo, J. 2003. La Superficie de la Tierra. I. Un vistazo a un Mundo Cambiante. 4ª Ed. FCE-SEP-CONACYT, México pp. 113-118.
- Leet, L. & S. Judson. 1984. Fundamentos de Geología Física 2ª Edición. Limusa, México. pp. 107-118, 133-136.

COLÉMBOLOS CAVERNÍCOLAS Y DE OTROS AMBIENTES SUBTERRÁNEOS DE QUINTANA ROO, MÉXICO

Leopoldo Q. Cutz-Pool¹, Arturo, García-Gómez² y José G. Palacios-Vargas².

¹*Instituto Tecnológico de Chetumal. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Insurgentes 330, Col. David G. Gutiérrez. C. P. 77013 Chetumal Quintana Roo, México. E-mail: cutzpool@yahoo.com*

²*Ecología y Sistemática de Microartrópodos. Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias, UNAM, 04510, México, D. F.*

Abstract: A compilation of all the information about springtails from the underground environments of Quintana Roo was done. A matrix was elaborated to compare this fauna of 7 caves and natural wells. As result 53 species were found, but majority are possible trogloniles and troglonenes.

Résumé : On a fait un recueil de toute l'information sur les collembolles d'atmosphères souterraines de Quintana Roo. On a élaboré une matrice pour comparer cette faune de 7 grottes et cenotes. Comme résultat on a trouvé 53 espèces, dans sa majorité possibles trogloniles et troglonenes.

Introducción

Quintana Roo, posee una gran importancia en cuanto a que es uno de los estados de la República

Mexicana donde aún existen ecosistemas poco alterados por la acción humana, lo cual ha permitido conocer parte de su fauna de colémbolos como los de la selva baja inundable de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (Vázquez-González & Palacios-Vargas, 2004), los de la selva mediana subperennifolia del ejido de Noh-Bec (Cutz-Pool *et al.* 2003) y los de manglar de la Bahía del espíritu Santo (Vázquez-González & Cutz-Pool, 1999, 2001). Además, también se tienen registros en los litorales marinos (Thibaud & Palacios-Vargas, 2000, 2001; Vázquez-González, 2008), y como habitantes de cangrejos ermitaños (Palacios-Vargas *et al.*, 2000a).

En el aspecto cavernícola, en 1997 Palacios-Vargas reportó tres especies para el estado, posteriormente Palacios-Vargas *et al.* (1997, 1998) reportaron 19 y 21 especies procedentes de cuevas del norte y sur del estado. Para el 2004, Hoffmann y colaboradores, en su recopilación de los artrópodos cavernícolas de México reportaron la existencia de 25 especies de colémbolos y lo más reciente es lo aportado por Simón-Benito y Palacios-Vargas (2008) sobre la descripción de una especie nueva de la Unión, Quintana Roo.

De lo anterior se deduce que los colémbolos son capaces de habitar en un gran número de microhábitats debido a su gran capacidad de adaptación por lo tanto, los podemos encontrar en el suelo, hojarasca, musgos, troncos en descomposición y cuevas (Rusek, 2000; Palacios-Vargas, 2002; Palacios-Vargas *et al.*, 2007). Estos organismos no exceden los 2mm de longitud y a pesar de que son muy pequeños poseen una amplia distribución mundial; sin embargo, las especies troglonias son muy pocas, por lo que se puede considerar que de acuerdo con su grado de adaptación al ambiente cavernícola las hay troglófilas y

trogloxenas (Arbea & Baena, 2003; Palacios-Vargas *et al.*, 2000b).

Tomando en cuenta que la información de los colémbolos cavernícolas de Quintana Roo está dispersa, el objetivo principal de este trabajo es la recopilación de la información bibliográfica para determinar la riqueza de especies que pueden estar habitando las cuevas y otros ambientes subterráneos en el Estado.

Material y métodos

Se realizó una revisión exhaustiva de la base de datos de la colección de colémbolos de México cuya última actualización se realizó en el 2004 (Palacios-Vargas *et al.*, 2004), y se llevó a cabo la revisión bibliográfica correspondiente al estado de Quintana Roo. Posteriormente se realizó una matriz de datos de presencia/ausencia de especies de colémbolos para evaluar la similitud de las diferentes cuevas recolectadas. El método de agrupación que se utilizó fue el de amalgamación por medias aritméticas no pareadas (UPGMA) y distancias euclidianas como medida de similitud (Van Ooyen, 2001).

Resultados

De la revisión bibliográfica y de la base de datos de los colémbolos mexicanos se establece que para el estado de Quintana Roo se registran 53 especies, distribuidas en 44 géneros y 15 familias (Cuadro 1). Estos resultados involucran a cuatro cuevas y tres cenotes de 24 registradas para el estado, seis de estos ambientes están situadas en la parte norte del estado y una en la parte sur (Cueva la Unión). El total de las especies reportadas en esta recopilación nos proporciona una idea de la diversidad tan grande que poseen estos ambientes subterráneos. En el dendrograma (Fig. 1) se compara la similitud de las especies

asociadas a los siete ambientes subterráneos (cuatro cavernas y tres cenotes que se estudiaron).

La mayor riqueza de especies lo presentan los ambientes cavernícolas (Cuadro 1). De las 13 familias que mundialmente tienen géneros y especies verdaderamente cavernícolas (troglomórficas), se registran en este estudio 6 familias y 9 géneros.

En el dendrograma obtenido con el análisis de cluster, se observan dos grupos, uno formado únicamente por la cueva 3 mientras que para el segundo grupo lo conforman las cuevas (1, 2, 4) y los cenotes (5, 6 y 7). Dentro del segundo grupo se notan aun más las proximidades entre los cenotes 5 y 6, seguido de la cueva 2 y el cenote 7, alejándose las cuevas 4 y 1 de este segundo grupo. Las proximidades están prácticamente dadas por las especies que tienen amplia distribución más que por la proximidad de los ambientes en que fueron recolectados (Cuadro 1, Fig. 1). La mayor riqueza se presentó en los ambientes que fueron recolectados al norte del estado y la menor se presentó en el ambiente que se recolectó al sur (C4), sin embargo, sus especies compartidas los acerca a los ambientes del norte (Cuadro 1, Fig.1).

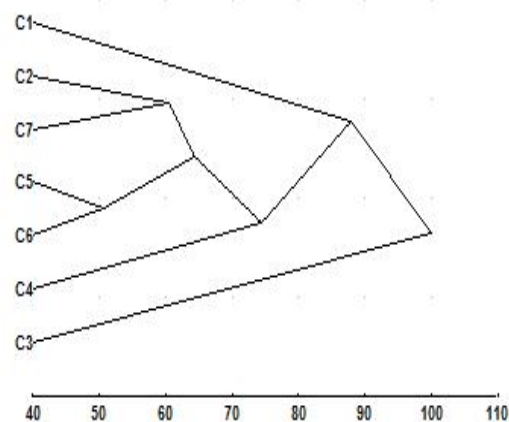


Figura 1. Dendrograma de similitud de los siete ambientes subterráneos en función de su composición específica

Discusión

De 28 familias de colémbolos existentes en el mundo, 15 de ellas están representadas en esta recopilación lo que representa un poco más del 50% de lo reportado. En

cuanto a la diversidad genérica, se ha documentado la existencia de 612 a nivel mundial y para este estudio se reportan 44 géneros representando cerca del 7% (Palacios-Vargas, 2002).

Cuadro 1. Lista de distribución y riqueza específica de los colémbolos cavernícolas para el estado de Quintana Roo. Hojarasca (H), Suelo (S), Corteza (C), Excremento (Ex), Guano (G), Raíces (R), Tronco (T) y Trampas Pitfall (PF). * Géneros que tienen especies cavernícolas.

Familia/Especie	1	2	3	4	5	6	7
Hypogastruridae							
<i>Microgastrura sofiae</i>			S				
<i>Xenylla</i> sp.				C			H
<i>Willemia ca. bulbosa</i>	Ex						
Odontellidae							
<i>Odontella</i> sp.			G				
<i>Superodontella ca. proxima</i>					PF	PF	
Brachystomellidae							
<i>Brachystomella contorta</i>	H						
Neanuridae							
<i>Friesea</i> sp.	H						
<i>Hyleanura nohbecana</i>			S				
<i>Paranura</i> sp.			G				
<i>P. rooensis</i>				C			
<i>Pseudachorutes</i> sp.					PF	PF	
<i>P. simplex</i>			H				
<i>P. quinqueoculata</i>			H				
<i>Micranurida</i> sp.							H
<i>Noetropiella</i> sp.			S		PF	PF	
Onychiuridae							
<i>Fissuraphorura</i> sp.	R						
Tullbergiidae							
<i>Mesaphorura</i> sp. *			G				
<i>M. gr. krausbaueri</i>	R, Ex, C, H	R					
Isotomidae							
<i>Isotomodes</i> sp.	S						
<i>Folsomides</i> sp.			S				
<i>F. parvulus</i>			S	C, H	G		
<i>Proisotoma</i> sp.							H
<i>P. frisoni</i>				C			
<i>P. minuta</i>				C			
<i>Ballistura</i> sp.			S				
<i>Micranurophorus</i> sp.	S						
<i>Folsomina onychiurina</i>	S, R Ex, C	R, G	S				H
<i>Isotomurus</i> sp.			S				
<i>Isotomiella minor</i> *	R, Ex, H, S	Ex	S				
Entomobryidae							
<i>Sinella</i> sp. *			G				
<i>Metasinella falcifera</i> *	R, C, S, Ex		S				
<i>Seira</i> sp.			S, H				
<i>Lepidocyrtus</i> sp.			H		PF		H
<i>Pseudosinella</i> sp. *			H	C			
<i>Heteromurus</i> sp.					PF		

Cuadro 1 (Continuación)

Paronellidae							
<i>Paronella</i> sp.			H	C, H			
<i>Troglolaphysa</i> sp. *	R, C					PF	
<i>Salina</i> sp.					PF		
Cyphoderidae							
<i>Cyphoderus</i> ca. <i>similis</i>					G, PF		H
Familia/Especie	1	2	3	4	5	6	7
Sminthuridae							
<i>Sminthurides</i> sp.					PF		
<i>Sphaeridia serrata</i>				C			
Arrhopalitidae							
<i>Arrhopalites</i> sp. *	R, C, G, S						
<i>A. christianseni</i>	R						
<i>Disparrhopalites</i> sp.*	H						H
Dicyrtomidae							
<i>Ptenothrix</i> ca. <i>quadrangularis</i>							H
<i>Dicyrtoma</i> sp.			H				
Sminthuridae							
<i>Sminthurus</i> sp.	G		G	C, H			
<i>Neosminthurus</i> sp.				H			
Neelidae							
<i>Megalothorax</i> sp. *			G				
<i>M. minimus</i>		R					
<i>M. tristani</i>	R						
<i>Neelus</i> sp.			G				
<i>N. murinus</i>	R						
Riqueza específica	17	4	24	10	9	4	8

1=Actún Chen I; 2= Actún Chen II; 3 Actún Chen III; 4=La Unión; 5=Cenote Koox Baal; 6=Cenote Hoyt; 7=Cenote Sistema Tux Kupaxa.

Sin embargo, de los 40 géneros que tienen especies troglomórficas, habitantes de grutas y otros ambientes subterráneos, nueve géneros se reportan en este estudio, que podrían tener alguna especie troglomórfica (Cuadro 1). Esta cantidad representa un 22.5% de lo reportado con respecto a nivel mundial.

Se establece que sólo para el estado de Quintana Roo, la cantidad de las familias, géneros y especies, representan el 94, 76 y el 27% respectivamente de las especies citadas por Palacios-Vargas & Iglesias-Mendoza (2008) al registrar un total de 16 familias, 76 géneros con 199

especies de colémbolos de las cuevas de México.

Familias como Odontellidae, Brachystomellidae, Neanuridae, Sminthuridae, Dicyrtomidae y Sminthuridae, regularmente no habitan en cuevas y sólo se pueden encontrar en forma accidental (trogloxenas). Algunos representantes de Cyphoderidae han sido recolectados en cuevas y sótanos, pero también se han encontrado en nidos de insectos sociales por lo que no se puede decir que sean propiamente troglomórficas, así también representantes de *Xenylla*, *Brachystomella*, *Folsomides*, *Isotoma*, *Orchesella*, *Sphaeridia*, *Sminthurinus* y

Dicyrtoma se han encontrado en madrigueras de *Neotoma palatina* por lo que se consideraría que la mayor parte de las especies reportadas en este trabajo son troglófilas (Palacios-Vargas, 2002; Cutz-Pool *et al.*, 2007a,b).

De las 53 especies que se presentan en los resultados y que se distribuyen en los siete ambientes subterráneos, forman un cluster (Fig. 1) que representan dos grupos, en donde el primero es más disímil (C3) ya que queda muy separada de la C1-Ce7. Dentro del segundo grupo podemos notar que las más similares son Ce5 y Ce6, seguidamente por Ce7 y C2, mientras que la C4 y C1 quedan más separadas.

Conclusiones

La recopilación de la información bibliográfica presenta una visión de lo diverso (53 especies registradas) que puede ser el estado de Quintana Roo, en cuanto a la riqueza de especies encontradas en sus ambientes subterráneos.

Nueve géneros presentan algún representante troglomorfo en esta recopilación siendo el 11.87% de los 76 que se reportan para México.

De esta recopilación es algo aventurado decir que existen especies traglomorfas propiamente, pero la información nos ayuda a tener un acercamiento de lo que se conoce para estos ambientes de Quintana Roo y dar seguimiento en el estudio de los colémbolos con el mismo tipo de ambientes ó similares.

Agradecimientos

Agradecemos al M. en C. Daniel Estrada-Bárceñas por proporcionar parte del material recolectado en este trabajo. Igualmente expresamos nuestro agradecimiento a todas las personas que han contribuido en la ardua tarea de recolección de los colémbolos y sentar

bases para seguir con las actualizaciones de la fauna de colémbolos de Quintana Roo, como a los Drs. Gabriela Castaño-Meneses, Ing. José Gamboa-Vargas, Biól. Marilyn Mendoza-Ramírez y al Pas. de Biól. Mariano Fuentes-Silva†. Los M. en C. Ricardo Iglesias Mendoza y María Díaz Martín revisaron el manuscrito y dieron valiosos comentarios.

Bibliografía

- Arbea, J.I. & M. Baena. 2003.** Colémbolos cavernícolas de Andalucía (Insecta: Collembola). *Zoologica Baetica*, 13/14: 71-84.
- Cutz-Pool, L.Q., J.G. Palacios-Vargas & M.M. Vázquez. 2003.** Comparación de algunos aspectos ecológicos de Collembola en cuatro asociaciones vegetales de Noh-Bec, Quintana Roo. *Folia Entomológica Mexicana*, 42: 91-1001.
- Cutz-Pool, L.Q., A. García-Gómez & J.G. Palacios-Vargas. 2007a.** Primer estudio de colémbolos (Hexapoda: Collembola) de la Hoya de las Guaguas, en el estado de San Luis Potosí, México. *Dugesiana*, 14: 47-51.
- Cutz-Pool, L.Q., G.A. Villegas-Guzmán & J.G. Palacios-Vargas. 2007b.** Colémbolos (Hexapoda: Collembola) asociados a nidos de *Neotoma palatina* (Rodentia: Muridae) en Zacatecas, México. *Brenesia*, 67: 83-86.
- Hoffmann, A., M.G. López-Campos & I.M. Vázquez-Rojas. 2004.** Los artrópodos de las cavernas de México. Pp. 229-326. *En: Llorente-Bousquets, J.E., J.J. Morrone, O. Yáñez-Ordóñez e I. Vargas-Fernández (eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una*

- síntesis de su conocimiento. vol. IV. UNAM-CONABIO. México, D. F.
- Palacios-Vargas, J.G. 1997.** *Catálogo de los Collembola de México*. Las prensas de Ciencias, UNAM. México, D. F. 102 pp.
- Palacios-Vargas, J.G. 2002.** La distribución geográfica de los Collembola en el mundo subterráneo. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, 36: 1-5.
- Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño-Meneses & J.A. Gamboa-Vargas. 1997.** La fauna de Actún Chen, cuevas del norte de Quintana Roo. 1. *Mundos Subterráneos*, 8: 29-39.
- Palacios-Vargas, J., M. Fuentes-Silva y L.Q. Cutz-Pool. 1998.** Nuevos registros faunísticos de cuevas de Quintana Roo, México, *Mundos Subterráneos*, 9: 44-50.
- Palacios-Vargas, J.G., L.Q. Cutz-Pool & C. Maldonado-Vargas. 2000a.** Redescription of the male of *Coenaletes caribaeus* (Collembola: Coenaletidae) associated with hermit crabs (Decapoda: Coenabidae). *Entomological Society of America*, 93: 194-97.
- Palacios-Vargas, J. G., L. Cutz-Pool & D. Estrada. 2004.** Actualización de la colección de Collembola de México. XXXIX Congreso Nacional de Entomología. Resúmenes. Mazatlán, Sinaloa. P. 764-768.
- Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño-Meneses & B.E. Mejía-Recamier. 2000b.** Collembola. Pp. 249-273. *En: Llorente-Bousquets, J., E. González-Soriano & N. Papavero (eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. II UNAM. México, D. F.*
- Palacios-Vargas, J.G., L.Q. Cutz-Pool & D.A. Estrada-Bárceñas. 2007.** Collembola. Pp.331-344. *En: Luna, I., J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Las Prensas de Ciencias, UNAM. México, D. F.*
- Palacios-Vargas, J.G. & R. Iglesias-Mendoza. 2008.** Comparación entre la fauna de ácaros y colémbolos mexicanos y brasileños de ambientes subterráneos. *Mundos Subterráneos*, 18-19: 15-38.
- Rusek, J. 2000.** Microhabitats of Collembola (Insecta: Entognatha) in beech and spruce forests and their influence on biodiversity. *European Journal of Soil Biology*, 37: 29-36.
- Simón-Benito, J.C. & J.G. Palacios-Vargas. 2008.** Two new species of *Paranura* (Collembola: Neanuridae) from Southeastern Mexico. *Annales of the Entomological Society of America*, 101: 683-688.
- Thibaud, J.M. & J.G. Palacios-Vargas. 2000.** Remarks on *Stachorutes* (Collembola: Pseudachorutidae) with a new mexican species. *Folia Entomológica Mexicana*, 109: 107-112.
- Thibaud, J.M. & J.G. Palacios-Vargas. 2001.** Collemboles interstitiels des sables littoraux de Mexique (Collembole). *Reveu Française d'Entomologie (N. S.)*, 23: 1981-184.
- Van-Ooyen, A. 2001.** Theoretical aspects of patterns analysis. Pp. 31-45. *En: L. Dijkshoorn, K.J. Tower, & M. Struelens (Eds.). New approaches for the generation and analysis of*

- microbial fingerprints. Elsevier, Amsterdam.
- Vázquez-González, M.M. 2008.** Microartrópodos edáficos litorales, *Dugesiana*, 15: 7-15.
- Vázquez-González, M.M. & L.Q. Cutz-Pool. 1999.** Fauna colembológica de la Bahía del Espíritu Santo Quintana Roo. Pp. 126-128. *En:* Bautista-Martínez N., O. Moralez-González y C. Ruiz-Mendieta (eds.). *Memorias del XXXIV Congreso Nacional de Entomología*. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Vázquez-González, M.M. & L.Q. Cutz-Pool. 2001.** Collembola. pp. 95-133. *En:* Vázquez-G. (ed.). Fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo. UQROO-CONACyT-SEP. México, D. F.
- Vázquez-González, M.M. & J.G. Palacios-Vargas. 2004.** *Catálogo de los colémbolos (Hexapoda: Collembola) de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CONABIO-UQROO. México, D. F. 123 pp.

DOS NUEVAS CAVIDADES DE IZTACXOCHITLA, PUEBLA, MÉXICO

Arturo García Gómez

*Grupo Espeleológico Universitario,
UNAM. Ecología y Sistemática de
Microartrópodos, Departamento de
Ecología y Recursos Naturales, Facultad
de Ciencias, UNAM.*

E-mail: gab12y@yahoo.com.mx

Resúmen

Se describen dos nuevas oquedades “Dos brujas” y “Tehuixtli”, de la zona de Iztacxochitla, Puebla. Ambas presentan grandes entradas y un desarrollo vertical de más de 150 m.

Abstract

Two news caves “Dos Brujas” and “Tehuixtli” from Iztacxochitla, Puebla, are described. Both have big entries and more than 150 m deep.

Résumé

On décrit deux nouveaox grottes “Dos Brujas” et “Tehuixtli” dans l’area du Iztacxochitla, Puebla. Tout les deux ont des grandes entrés et ont une développement verticale de plus de 150 m.

Introducción

La comunidad de Iztacxochitla (Flores Blancas) pertenece al municipio de Coyomeapan y se encuentra enclavada en la Sierra Negra, al sureste del estado de Puebla, cerca de los límites de Oaxaca y Veracruz. Esta región queda incluida en la carta topográfica Coyomeapan (E14B77), escala 1:50,000 de INEGI (2008). Éste sitio está formado por un macizo del Tzizintépetl, el cual presenta

precipitaciones anuales de 1 500 mm (SMN, 2010), las corrientes viajan principalmente por una red subterránea generada en las rocas calcáreas.

El Grupo Espeleológico Universitario (GEU) de la UNAM, desde hace más de diez años ha estado explorando la zona (Remolina & Vargas 2002), debido principalmente a las grandes áreas cársticas que se encuentran a las faldas del Tzinziltépetl, además durante todo este tiempo se han descrito (no publicado) más de 100 cavernas todas ellas menores de 200 m de profundidad, exceptuando el Encanto, cavidad con más de 350 m de desnivel.

Actualmente el GEU se encuentra explorando la parte terminal del bosque de niebla (UTM: 14Q0723808 m E, 2027081 m N) y recorriéndose hacia el sureste, donde se han encontrado entradas de más de 10 metros de alto, asociadas a cañadas. En el presente artículo se hace la descripción de dos cavidades, “Dos Brujas” (Figs. 1 y 2) y “Tehuixtli” (Figs. 3 y 4), la primera presenta una profundidad de -198 m con un desarrollo de 270 m, la segunda presenta una profundidad de -148 m y 370 m de desarrollo.

Descripción

La zona de Iztacxochitla está enclavada en una zona cárstica, sin embargo, al realizar la exploración y topografía de estas dos cavidades, se observó que en la mayor parte del desarrollo no se aprecian grandes paredes, pero sí tiros profundos; por el contrario, las diferentes formaciones están dadas por conglomerados de arenisca con diferentes rocas metamórficas (Ángeles Verde Com. Pers.), las que dificultan el descenso en ambas oquedades. Además, las constantes lluvias que se dan en la región, dificultan considerablemente la progresión dentro de las mismas, ya que las cuevas se encuentran en una constante actividad, de tal forma que la progresión es

relativamente lenta, principalmente cuando se estrechan las galerías.



Figura 1. Entrada de “Dos Brujas”

Dos brujas (Figs. 1 y 2)

A pesar de ser predominantemente vertical, presenta sólo cinco tiros de más de 12 metros, los primeros tres se encuentran inmediatamente después de la entrada hasta llegar a un desnivel de 50 m donde nos encontramos con un río subterráneo, que lleva por más de la mitad del desarrollo, los

pasajes más estrechos corresponden a la zona de meandros con una separación de 50 cm, la inicio de estos encontramos un cuarto tiro, al terminar los meandros comienza una zona de desescaladas, dónde se tienen que instalar cuerdas, principalmente por la roca tan endeble que se encuentra, por ello en nombre de caída de Jazz, posteriormente el pasillo se abre dando paso a un área de pozas y al final encontramos un laminador con un tiro de 15 m, finalizando con un estrecho, que en época de lluvias no se puede pasar por la presencia de un sifón.

Tehuixtli (Figs. 3 y 4)

Esta cavidad, al igual que la anterior es vertical, con siete tiros de más de 12 m, la peculiaridad de la cueva radica en su estreches, prácticamente desde el inicio se encuentran entre laminadores de no más de 20-25 cm de ancho, sólo en ciertas partes se llegan a ampliar por más de 2 m, es importante mencionar que dichas condiciones gran parte del camino es lento y sobre todo se tiene que subir y bajar de los meandros para poder continuar el descenso. Es de señalar que el techo en todo momento se encuentra a más de 7 m de altura.

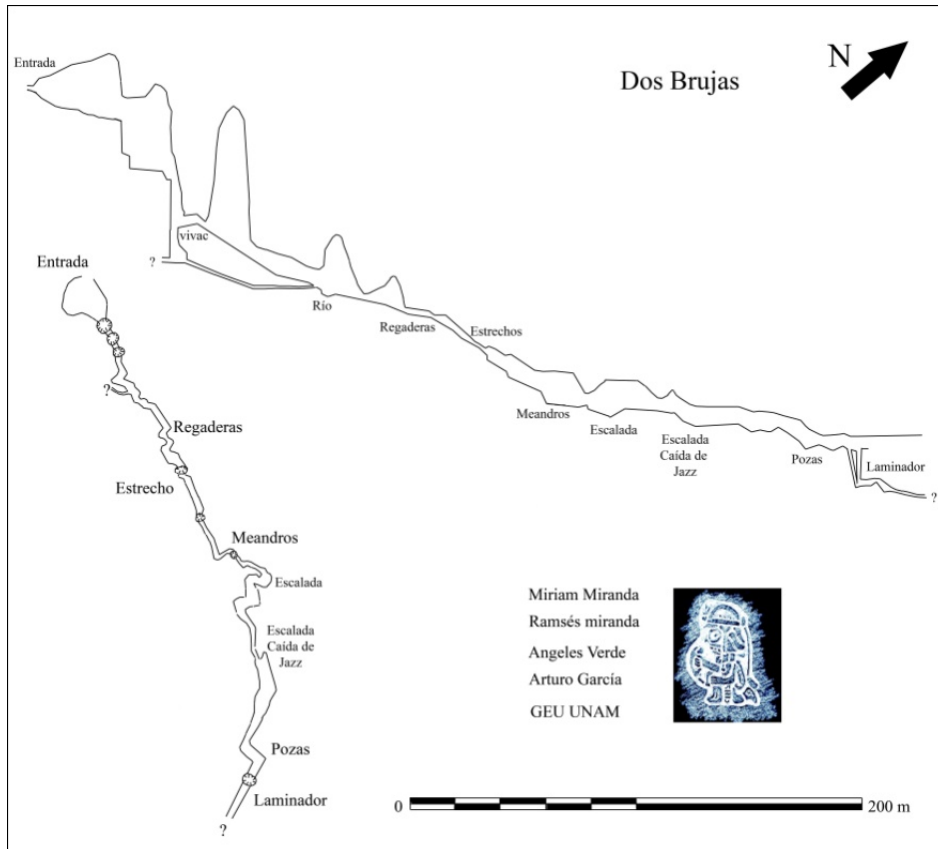


Figura 2. Topografía de “Dos Brujas”

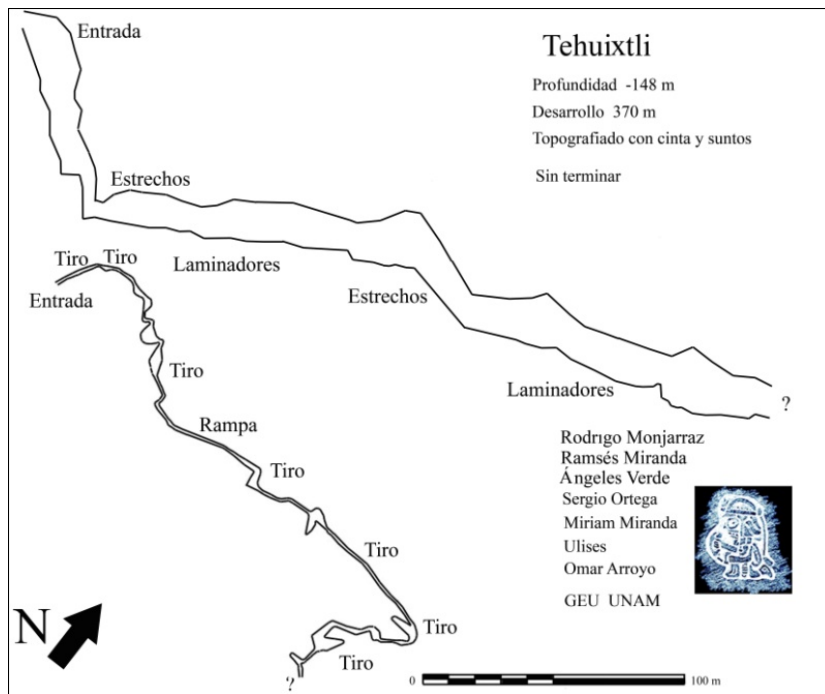


Figura 3.- Topografía de “Tehuixtli”

Conclusiones

Iztacochitla es una zona cárstica con gran cantidad de oquedades las cuales pueden variar en profundidad y desarrollo. Algunas de ellas sirven como refugios de rocas para los campamentos, otras presentan grandes abismos encallados entre barrancos. De la última visita a dicho sitio nos encontramos con nuevas cavidades de las cuales dos fueron las ideales para su topografía.

La primera “Dos Brujas”, llamada de esta forma ya que dos compañeras (Ángeles y Jazmín) la ubicaron y fueron las primeras en acceder a ella, ámbas son geólogas y determinaron que generalmente en la zona la caliza se encuentra en pocas concentraciones e inclusive piensan que la caliza está siendo depositada hasta en épocas recientes, de igual forma están realizando un estudio para determinar que parte del macizo de Tzinzitépetl está formado principalmente de aglomeraciones de areniscas.

La segunda oquedad “Tehuixtli”, variación de cueva espinosa, presenta gran dificultad para desplazarse dentro de ella, pero tiene una peculiaridad, a un costado de ella se encuentra una pequeña oquedad donde encontramos restos de una vasija, la cual no se tocó ni movió, sumándose a los continuos registros antropológicos de la zona.

Agradecimientos

A Rodrigo Monjaraz, Ramsés Miranda, Ángeles Verde, Sergio Ortega, Miriam Miranda, Ulises, Omar Arroyo y Jazmín Mota, por su ayuda en la toma de datos de las diferentes cavidades.



Figura 4. Estrecho de “Tehuixtli”

Bibliografía

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2008,** *Carta topográfica E14B77, Coyomeapan.* Escala 1:50,000.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 2010,** Mapa de precipitación media anual 1941-2005. <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/precipitacion/lluv-media-a.html>
- Remolina, A. R. & J. Vargas. 2002.** Exploración en Iztacochitla avances y perspectivas. *Mundos Subterráneos* 13: 61-68

“ESPELEO RESCATE MÉXICO” 10 AÑOS MÉXICO, URION

M. Díaz, J. Domínguez, S. Santana, E. Hernández, C. Cruz, M. Garcés, E.e Méndez, V. García, G. Sánchez, J. Bravo, R. Orozco, J. Rodríguez, L. Ulibarri, G. Pérez y R. Álvarez.

Unión de Rescate e Investigación de Oquedades Naturales (URION), México DF., Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas (UMAE), México DF., Espeleo Rescate México (ERM), República Mexicana.

E-mail: reyesorozco@hotmail.com



10 Años de Rescate Subterráneo

- Rescatando compañeros en las profundidades sin importar su nacionalidad
- Realizando Simulacros Nacionales
- Derribando barreras intergrupales
- Integrando compañeros de todo el país
- Formando y perfeccionándonos en la técnica de espeleoescate

- Sin fines de lucro ni bajo auspicio del gobierno u ONG's

En diciembre de 1999, durante una expedición quebequense en la Sierra Negra en el Estado de Puebla, México, un espeleólogo tiene un accidente a profundidad de -350 metros, siendo necesarios más de seis días de trabajo continuo para llevarlo a superficie y en el rescate participaron franceses, mexicanos y quebequenses. La seguridad preocupa a los espeleólogos mexicanos y se mantienen en contacto, gracias al Dr. Juan Montaña; de esta comunicación surge la petición de un curso de formación que podría realizarse dentro de las actividades de V Congreso Nacional Mexicano de Espeleología, organizado por la Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas UMAE, en San Joaquín, Querétaro, en diciembre de 2000.

La Dirección Nacional del Espeleo Socorro Francés define las modalidades y condiciones del curso de formación y valida su realización, queda como encargado Bernard Tourte, todo el asunto es discutido a lo largo de un año intermediando la Comisión de Relación de Expediciones Internacionales (CREI) de la Federación Francesa de Espeleología.

El curso de formación “Socorrista – Jefe de Equipo” inició el martes 21 de noviembre y finalizó el 2 de diciembre de 2000, con 2 instructores Franceses (Bernard Tourte y Jean Marc Gibelin), con 24 participantes espeleólogos mexicanos.

Durante el V Congreso de la UMAE, se propuso la creación de un grupo encargado del rescate subterráneo, en lo cual todos estuvieron de acuerdo, decidiéndose que este grupo estaría precedido por el Dr. Juan Montaña y compuesto de 2 partes una operativa a cargo de Sergio Santana y otra de formación dirigida por Manuel Casanova. Posteriormente se programaron 2 cursos

más de formación en San Luis Potosí en el año 2002 y en Chiapas en el año 2003, cubriendo el país en Centro, Sur y Norte; de esta manera nace “ESPELEO RESCATE MÉXICO”.

Dos años después durante el VI Congreso Nacional Mexicano de Espeleología, realizado en la ciudad de Monterrey, mediante una asamblea se define la Mesa Directiva quedando de la siguiente manera:

Presidente: Antonio Aguirre Alvarez
presidencia@espeleorescatemexico.org;

Coordinador de Relaciones Internacionales Dr. Juan Antonio Montaña Hirose,
espeleo99@yahoo.com;

Coordinador Nacional de Capacitación, Ing. Jesús Amado Torres Cid,
capacitacion@espeleorescatemexico.org,

Coordinadora Nacional de Enlace Para Operaciones de Rescate Martha Laura Vallejo Maldonado,
mlvallejo@espeleorescatemexico.org,

Tesorero Ing. Reyes Orozco Villa,
reyes@espeleorescatemexico.org,

Coordinador Nacional de Operaciones de Rescate Sergio Santana Muñoz,
sergioespeleo@hotmail.com,

Coordinador Nacional Adjunto de Operaciones de Rescate Javier Vargas Guerrero,
javo_vg@hotmail.com

Al finalizar el 3er Curso Internacional, Jesús Torres Cid propone que Espeleo Rescate México realice sus propios procesos de capacitación, ya que cuenta con el personal y la experiencia suficiente para llevarlos a cabo. Dicha capacitación es supervisada continuamente para garantizar que estos cursos sean desarrollados con los mismos estándares técnicos y de calidad a como fueron impartidos originalmente por el Espeleo Socorro Francés. Actualmente, estos cursos son avalados por la Unión Internacional de Espeleología (UIS), así como por la Federación Espeleológica de América Latina y el Caribe (FEALC). Habiendo

impartido cuatro cursos nacionales más, 2005 en Veracruz, 2006 en Guerrero, 2008 en Michoacán y 2009 otra vez en el estado de Guerrero.

Actualmente Espeleo Rescate México tiene delegaciones en 19 estados de la República Mexicana con representante estatal y cuenta con más de 145 integrantes distribuidos en la mayor parte del país, habiendo quedado dividido en 6 zonas geográficas para lograr la mayor cobertura en los rescates. Desde su fundación, ha tenido participación directa en la coordinación de todos los operativos de Espeleosocorro ocurridos en México.

Ante los organismos de Espeleosocorro internacional, actualmente Espeleo Rescate México es la organización oficial para el Espeleosocorro en México y representa además a la Comisión de Rescate en Cavernas de la UMAE, con cuenta con sitio web www.espeleorescatemexico.org.

Capacitación

Capacitación Internacional por Speleo Secours Francais SSF, 86 participantes de 8 estados

- 1º curso internacional D.F., 2000, 23 participantes de 3 estados.
- 2º curso internacional S.L.P., 2001, 32 participantes de 8 estados.
- 3º curso internacional Chiapas, 2003, 31 participantes de 8 estados

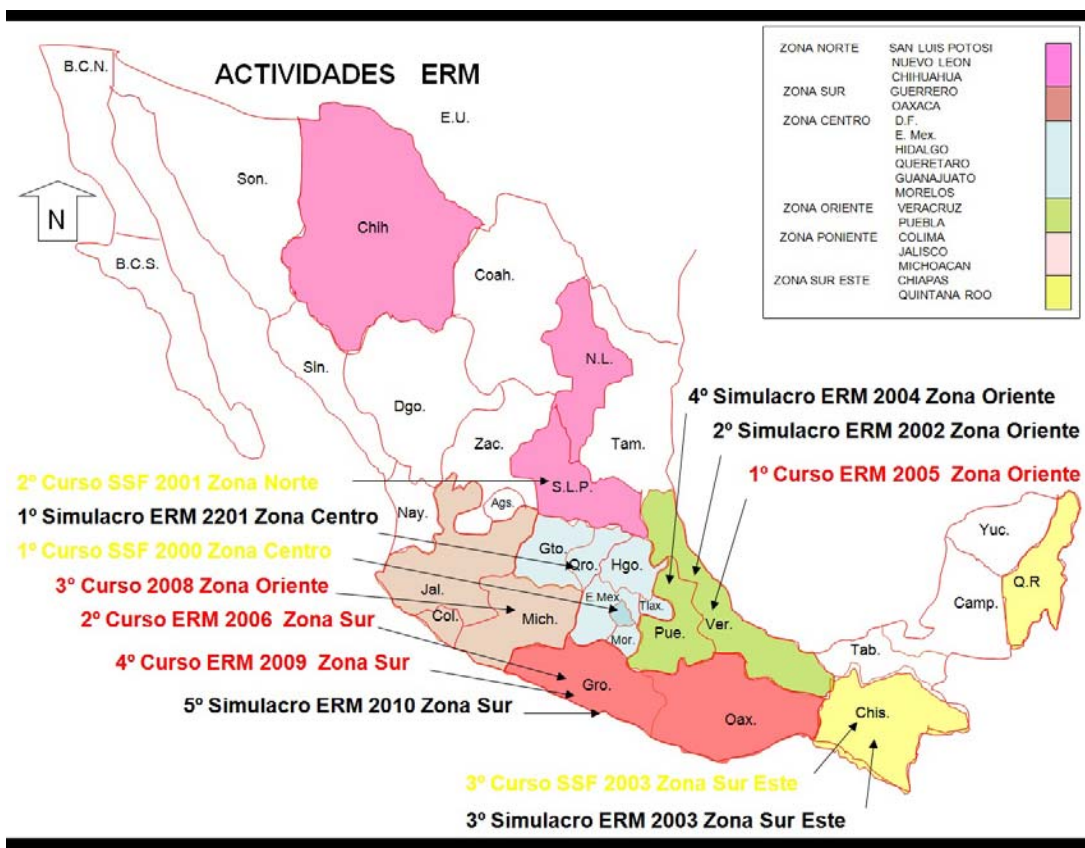
Capacitación Nacional Por Espeleo Rescate México ERM, 59 participantes de 9 estados

- 1º curso nacional Veracruz, 2005, 17 participantes de 7 estados
- 2º curso nacional Guerrero, 2006, 15 participantes de 6 estados
- 3º curso nacional Michoacán, 2008, 16 participantes de 7 estados
- 4º curso nacional Guerrero, 2009, 11 participantes de 7 estados

Total de integrantes 145 de 19 estados

Lista General de Participantes

ESTADO	1° SSF D.F.	2° SSF S.L.P.	3° SSF CHIAPAS	1° ERM VERACRUZ	2° ERM GUERRERO	3° ERM MICOACAN	4° ERM GUERRERO	TOTAL
D.F.	17	11	10	5	4	2	2	51
EDO. MEX.	3	1	2		2	2	1	11
QUERETARO					1	1	1	3
MORELOS						1	2	3
S.L.P.	2	10	1					13
NUEVO LEON		1						1
GUANAJUATO	1							1
CHIHUAHUA							1	1
OAXACA			2	1				3
GUERRERO		1		1	4		2	8
PUEBLA			2	2				4
VERACRUZ			1	6	3	5		15
COLIMA			1					1
JALISCO			2					2
MICOACAN		2		1	1	4		8
CHIAPAS		3	4	1				8
QUINTANA ROO			1			1	1	3
BRASIL		1						1
PUERTO RICO			4					4
COSTA RICA			1					1
CUBA			1					1
E.U.							1	1
TOTAL	23	32	31	17	15	16	11	145



Simulacros y Exhibiciones

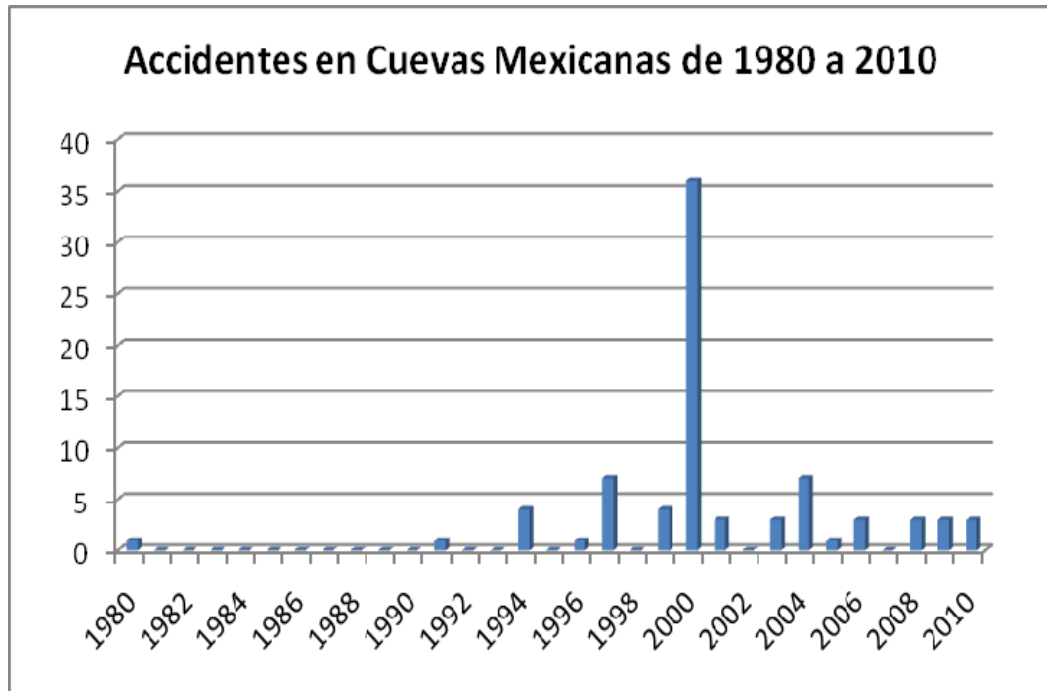
Se han realizado 5 simulacros en diferentes partes de país y una exhibición como parte de las actividades del IX Congreso Nacional Mexicano de Espeleología

1° Simulacro Nacional Sótano Los Hernández	San Joaquín Querétaro	2001
2° Simulacro Nacional Sótano El Itamo	Cd. Mendoza Veracruz	2002
3° Simulacro Nacional Cueva Confucio	Comitan Chiapas	2003
4° Simulacro Nacional Sistema Chichikazapa	Cuetzalan Puebla	2004
Exhibición en el IX Congreso Nacional Mexicano de Espeleología organizado por la UMAE	Villa Hermosa Tabasco	2009
5° Simulacro Nacional En El Hoyo De San Miguel	Taxco Guerrero	2010

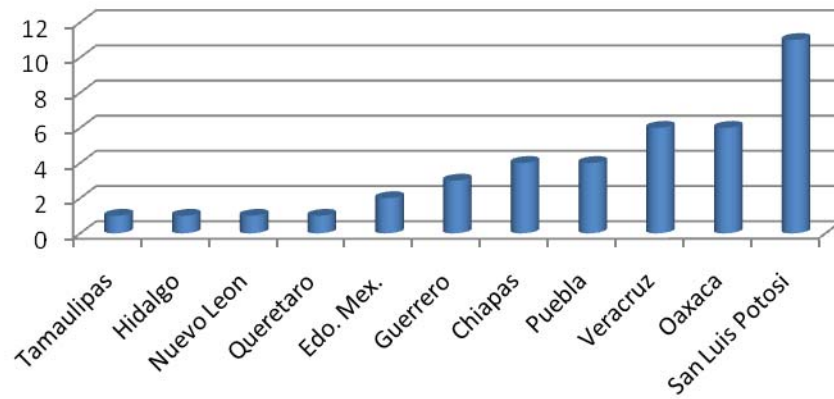
Accidentes en cuevas mexicanas de 1980 a 2010

Cueva	Estado	Fecha	Persona(s) lesionada(s)	#	Tipo
Grutas De La Puente	Slp	Mar. 2010	Turista	1	Lesión
Sótano Tepecuitlapa	Ver	Feb. 2010	Local	1	Lesión
Mina	Qro	Ene. 2010	Locales no recuperados	2	Mortal
Sótano Tehuipango	Ver	Oct. 2009	Local niño	1	Mortal
Sumidero La Joya	Gro.	Jul. 2009	Espeleólogos 2 lesionados/1 muerto	3	Les/mort
Mina en Atlacomulco	E.mex	2009	Locales intoxicados co2	6	Mortal
Sótano Villa De Reyes	Slp	Abr. 2008	Local	1	Mortal
Sótano Temazcalapa	Ver	Mar. 2008	Local	1	Lesión
Sumidero Gran Plano	Pue	Ene. 2008	Espeleólogo francés	1	Lesión
Olla de Huahuas	Slp	Dic. 2006	Espeleólogo	1	Mortal
Mina Dos Estrellas	E. Mex.	Nov. 2006	Local	1	Mortal
Grutas de Xoxafi	Hgo	2006	Turista	1	Mortal
Sótano de La Cochera	Slp	Ago. 2005	Turista	1	Mortal
Sótano de Ahualulco	Slp	Nov. 2004	Local	1	Lesión
Cueva Joshib	Chis	Oct. 2004	Locales niños no recuperados	2	Mortal
Sótano del Xoconostle	Slp	Jul. 2004	Local	1	Mortal
Pozo Artesanal	Slp	Nov. 2004	Local	1	Mortal

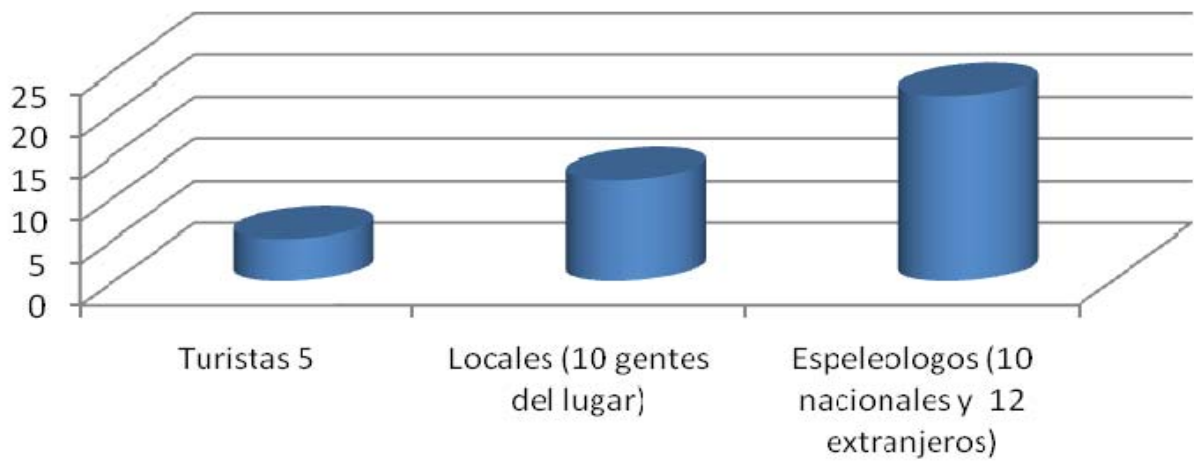
Sótano de La Garza	Pue	Abr. 2004	Local	1	Mortal
Sótano de Oztoquito	Pue	Abr. 2004	Espeleobuzo mexicano n/ 1	1	Mortal
Sótano de La Joya	Slp	Ene. 2004	Turista	1	Lesión
Sótano de Golondrinas	Slp	Nov. 2003	Paracaidista de E. U.	1	Mortal
Cueva Cheve	Oax	Feb. 2003	Espeleólogo de E. U.	1	Lesión
Cueva La Mariposa	Gro.	Ene.2003	Espeleólogo mexicano	1	Lesión
Sistema Purificacion	Tam.	Dic. 2001	Espeleólogo de E. U.	1	Lesión
Sótano del Encino	S.l.p.	Dic. 2001	Espeleólogo mexicano	1	Lesión
Resumidero La Joya	Gro.	May. 2001	Espeleólogo mexicano	1	Lesión
Gruta del Palmito	N.l.	Sep. 2000	Espeleólogo de E. U.	1	Lesión
Cueva del Chorreadero	Chis	Abr. 2000	Excursionistas mexicanos	35	Retrazo
Sistema Tepepa	Pue	Dic. 1999	Espeleólogo canadiense	1	Lesión
Sótano del Aire	Slp	Ago. 1999	Espeleologa de E. U.	1	Mortal
Sótano de Huitzila	Ver	Jun. 1999	Excursionista mexicano	1	Mortal
Cueva del Chorreadero	Chis	May. 1999	Espeleólogo mexicano	1	Lesión
Sótano	Ver	1997	Excursionista	1	Mortal
Sótano del Tepanco		Jul. 1997	Espeleólogo de E. U.	1	Lesión
Sótano de Ahuihuizcapa	Ver	May. 1997	Espeleólogo mexicano	1	Mortal
Cueva Cheve	Oax	Feb. 1997	Espeleólogo de E. U.	1	Lesión
Sótano en Chenalo	Chis	1996	9 locales asesinados	9	Crimen
Sótano de San Agustín	Oax	May. 1994	Espeleólogo de E. U.	1	Mortal
Sótano de San Agustín	Oax	Mar. 1994	Espeleólogo de E. U.	1	Lesión
Cueva del Chorreadero	Chis	Feb. 1994	Espeleólogo mexicano	1	Lesión
Cueva Aire Fresco	Oax	Feb. 1994	Espeleólogo mexicano	1	Lesión
Cueva Cheve	Oax	Mar. 1991	Espeleólogo de E. U.	1	Mortal
Sótano de San Agustín	Oax	Feb. 1980	2 Espeleólogos polacos	2	Lesión



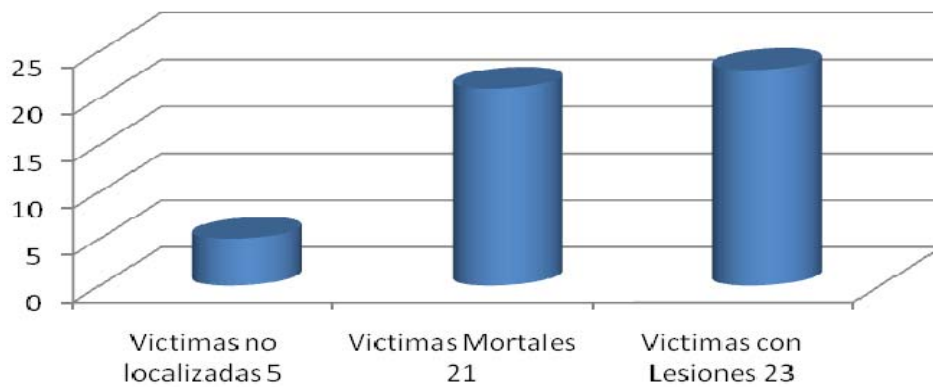
ACCIDENTES EN CUEVAS MEXICANAS POR ESTADO



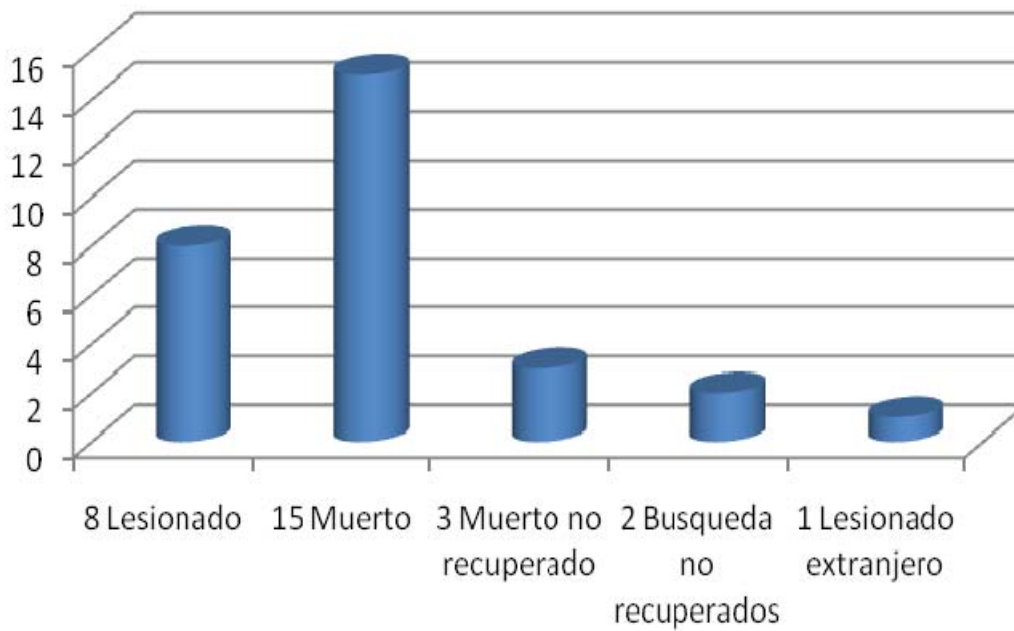
ESTADISTICA DE VICTIMAS EN CUEVAS MEXICANAS DE 1980 A 2010



ESTADISTICA POR TIPO DE LESION EN CUEVAS MEXICANAS DESDE 1980



Rescates realizados por EspeleoRescateMexico



	Lugar	Estado	Núm.	Status	Fecha
1	Sumidero La Joya	Gro.	1	Lesionado	2001
2	Sótano El Encino	S.L.P.	1	Lesionado	2001
3	La Joya	S.L.P.	1	Muerto	2004
4	Sótano El Oztoquito	Pue.	1	Muerto no recuperado	2004
5	Sótano de La Garza	Pue.	1	Muerto	2004
6	Pozo Artesanal	S.L.P.	1	Muerto	2004
7	Sótano El Xoconostle	S.L.P.	1	Muerto	2004
8	Cueva de Yochib	Chis.	2	Búsqueda no recuperados	2004
9	Sótano Ahualulco	S.L.P.	1	Lesionado	2004
10	Sótano La Cochera	S.L.P.	1	Muerto	2004
11	Mina Dos Estrellas	Edo. Mex.	1	Muerto	2006
12	Olla de Huahuas	S.L.P.	1	Muerto	2006
13	Cueva El Gran Plano	Pue.	1	Lesionado extranjero	2008
14	Sótano Temazcalapa	Ver.	1	Lesionado	2008
15	Sótano Villa De Reyes	S.L.P.	1	Lesionado	2008
16	Mina Atlacomulco	Edo. Mex.	6	Muerto	2009
17	Sumidero La Joya	Gro.	3	2 Les/1 Muer	2009
18	Sótano Tehuipango	Ver.	1	Muerto	2010
19	Mina	Qro.	2	Muerto no recuperados	2010
20	Sótano Tepecuitlapa	Ver.	1	Lesionado	2010

Estructura Operativa

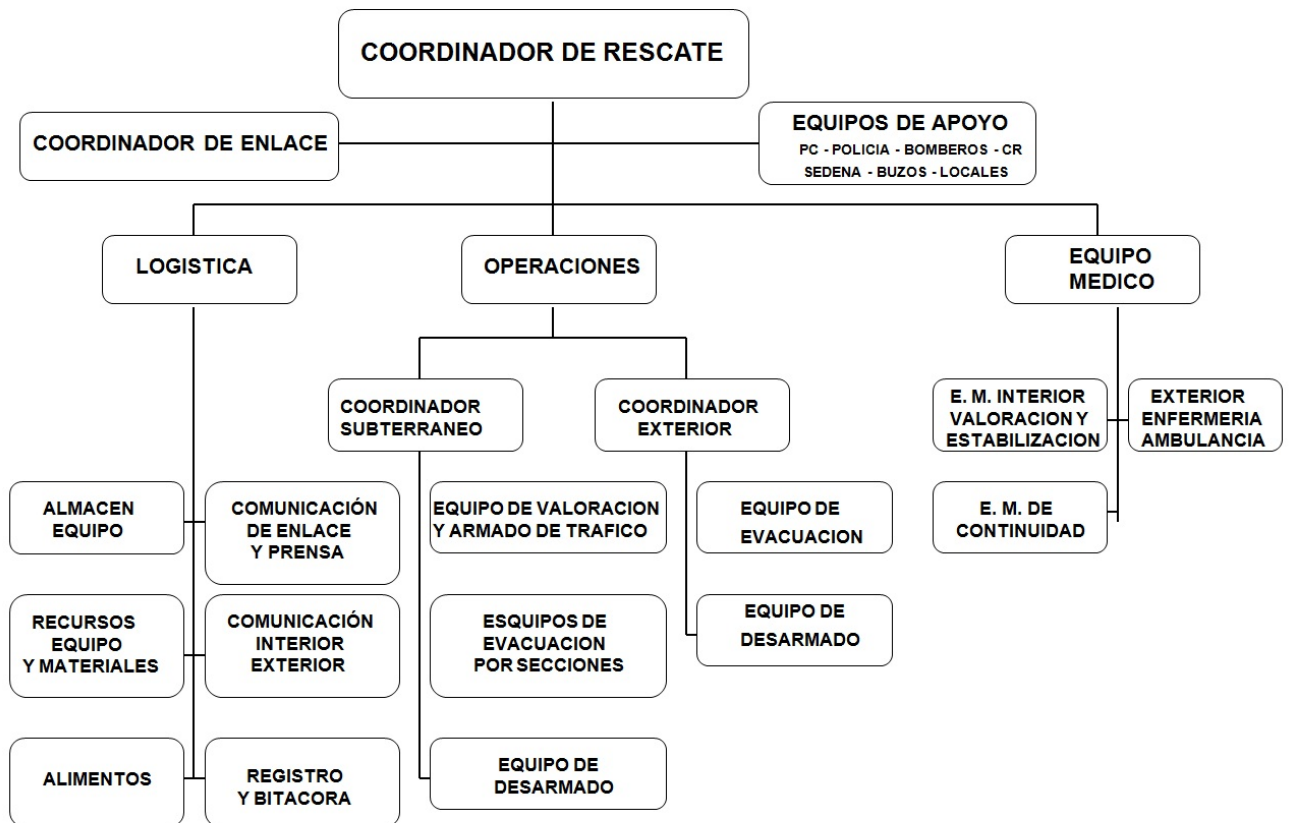
Coordinador Nacional de Operaciones de Rescate Sergio Santana Muñoz, sergioespeleo@hotmail.com

Coordinador Nacional Adjunto de Operaciones de Rescate: Javier Vargas Guerrero, javo_vg@hotmail.com

Coordinador Del Rescate Coordina En El Lugar Del Accidente Cualquiera Con Capacidad

Coordinadora Nacional de Enlace Para Operaciones de Rescate Representantes Estatales

Coordina Desde D.F. Martha Laura Vallejo Maldonado, mlvallejo@espeleorescatemexico.org 19 Estados



Contactos

Antonio Aguirre Alvarez, presidencia@espeleorescatemexico.org.
Historia de ERM

Ing. Jesús Amado Torres Cid, capacitacion@espeleorescatemexico.org.

Recopilacion de incidentes espelologicos en México asi como de capacitación.

Sitio web www.espeleorescatemexico.org

TOPOGRAFÍA DE LA CUEVA “MEDICEOS”, IXTACXOCHITLA, PUEBLA

Ramsés Miranda Gamboa¹ y María de los Angeles Verde Ramírez¹

¹ Grupo Espeleológico Universitario, UNAM. Ciudad Universitaria, 04510, México, D. F.

E-mail: ra_479@yahoo.com.mx, angelesverde@gmail.com

Resumen

Se presenta la descripción y topografía de la cavidad “Mediceos” ubicada en la Sierra Negra de Puebla, cercana a la localidad de Ixtacochitla, que fue descubierta en el 2009 por el Grupo Espeleológico Universitario (GEU). Esta cueva es predominantemente horizontal con múltiples tiros interiores. Tiene una profundidad de 156 m, un desarrollo de 437 m y una extensión de 407 m. Su forma general es la de una “espiral”, tiene diversas galerías fósiles y al menos 3 entradas conocidas.

Abstract

The topography and description of the cavity “Mediceos” located in the Sierra Negra, Puebla State (near to Ixtacochitla community) is presented. It was discovered in march 2009 by Grupo Espeleológico Universitario (GEU). This cavity is mainly horizontal and has some internal pits, until arriving a depth of 156 m, 437 m of horizontal development and an horizontal extension of 407 m. Its general morphology is similar to a “spiral”, it has a lot of non-active galleries and at last three entrances.

Résumé

Une description et la topographie de la cavité “Médicis” situé dans la Sierra Negra de Puebla, près de la ville de Ixtacochitla est présenté. Cette grotte a été découverte en 2009 par le Grupo Espeleológico Universitario (GEU). Cette grotte est essentiellement horizontale avec plusieurs des tombers d'intérieur. Il a une profondeur de 156 m, un développement de 437 m et une longueur de 407 m. La forme est celle d'une “spirale” a plusieurs galeries et avec trois entrées connus.

Introducción

La comunidad de Ixtacochitla (Flores Blancas) pertenece al municipio de Coyomeapan y se encuentra enclavada en la Sierra Negra, parte de la Sierra de Zongolica, al sureste del estado de Puebla, cercana a los límites con los estados de Oaxaca y Veracruz. En las cercanías de este poblado se ubica la actual región de exploración del Grupo Espeleológico Universitario (GEU). Esta zona se encuentra limitada al este por el poblado de Zoquitlán, al Sureste por Coyomeapan, al Sur por el Cerro El Tzizintépetl y al Norte por Oztotulco (González *et al.*, 2007). La región queda incluida en la carta topográfica Coyomeapan (E14B77), escala 1:50,000 de INEGI (2008).

En Ixtacochitla se presentan precipitaciones anuales de 1,500 mm (SMN, 2010) perteneciente a la Región Hidrológica Papaloapan (INEGI, 2010), una de las más importantes del país por su gran volumen de escurrimiento (3,116 mm³ anuales), mismo que cual viaja principalmente por una red subterránea generada en las rocas calcáreas de la región.

Durante el periodo comprendido del 4 al 12 de abril del 2009 miembros del GEU realizaron una expedición en las

faldas del Tzizintépetl con la finalidad de explorar y topografiar nuevas cavidades, una de ellas “Mediceos”, objeto de estudio del presente trabajo. Esta cavidad se localiza a 4.17 km en línea recta al sureste del poblado de Ixtaxochitla, presentando las coordenadas UTM: 14Q0723808 m E, 2027081 m N y 2,085 m snm.

El nombre Mediceos proviene del apelativo que el astrónomo Galileo Galilei dió a los satélites de Saturno, los astros Mediceos, en honor a Cosme II de Médicis en el siglo XVII.

Método

El GEU exploró parte de las faldas del Tzizintépetl, cerca del poblado de Ixtaxochitla, con una duración de 9 días, durante los que se exploraron diferentes cavidades, topografiando “Mediceos”.

Para el equipamiento de la cueva se utilizaron 8 tramos de cuerda estática de 20 m, maillones, cintas y empotradores y se colocaron 3 spits. Para la topografía se usó una cinta métrica plástica de 50 m, un clinómetro Suunto, lápices y libreta contra agua.

El trabajo de gabinete consistió en ingresar los datos obtenidos al programa Visual Topo (Versión 5.03), en él se procesaron las medidas y direcciones de cada una de las 102 estaciones registradas. El perfil y la planta obtenidos se editaron en el programa Adobe Illustrator ver. CS2.

Descripción

La cueva “Mediceos” tiene una profundidad de -156 m, un desarrollo 437 m y extensión horizontal de 407 m. La característica principal es la peculiar forma en espiral en la que se desarrolló, dando la apariencia de que la entrada y la sima se encuentran en el mismo sitio (Figs. 1 y 2), también se presentan varias

galerías fósiles, tres entradas y tiros cortos.

La entrada principal se encuentra oculta por la densa vegetación y alejada 4 m al SE de la vereda. El primer acceso es de dimensiones reducidas, de 2 m de ancho y 1 m de altura, iniciando con una caída de 12 m hacia un pasaje estrecho, continuando por dicho sitio se llega al segundo acceso, el que se alcanza por una escalada de tres m cubierta de tierra y hojarasca. Posteriormente se encuentra un derrumbe, donde predominan rocas precariamente equilibradas y arena, posteriormente se abre nuevamente la cavidad llegando al primer tiro (T. 7 m) donde se colocó un spit. Éste inicia con un paso estrecho de 45° de inclinación y después de cuatro 4 m es totalmente vertical.

En la base se abre una galería colocando una cuerda para descender por una rampa (R. 9 m) donde se colocó el 2° spit. A la mitad de la galería, por el lado izquierdo hay un pasaje que conecta de nuevo a la superficie (3^{er} entrada, no topografiada). Inmediatamente hay un par de resaltes de 4.6 m y 6.5 m respectivamente, el último requiere de cuerda. Posteriormente, se abre un salón con galerías superpuestas (no topografiadas), al término de éste existen un par de desniveles desescalables. Esta parte es muy húmeda debido a los diferentes escurrimientos y goteos, así como presenta una gran cantidad de marmitas seguidas por un tiro conocido como *Tiro Corazón* por la peculiar forma de las marmitas (Fig. 1), en cuya base hay una poza con goteo continuo y una entrada a una galería fósil, estrecha y llena de arenas y espeleotemas.



Figura 1. Parte superior del *Tiro Corazón*.

A continuación, hay un meandro con gran cantidad de formaciones en las paredes, que dificultan la progresión. Al término de éste, se hayan tres galerías, dos de ellas fósiles y sin topografiar, de poco desarrollo, sin embargo una de ellas es ascendente y probablemente se conecta con la superficie.

En este punto la dirección de la cueva cambia de W a SW, por un camino estrecho con pozas y algunos desniveles menores. Después la galería cambia hacia el SE y continua con pasos estrechos y desescaladas (Fig. 2). Más adelante se encuentra un *sumidero*. A partir de este punto la cueva pasa de activa a fósil, con una gran cantidad de lodo, estalactitas y estalagmitas. Se encuentran depósitos sedimentarios de arena y grava, que incluso llegan a formar una pared de 1.80 m escalable, además de falsos suelos de sedimento y calcita (Fig. 3). También se encontraron grietas de desecación de hasta 50 cm. Al pasar esta zona hay otro meandro orientado hacia el NE, con pasos estrechos, lodosos, superpuestos y pozas.

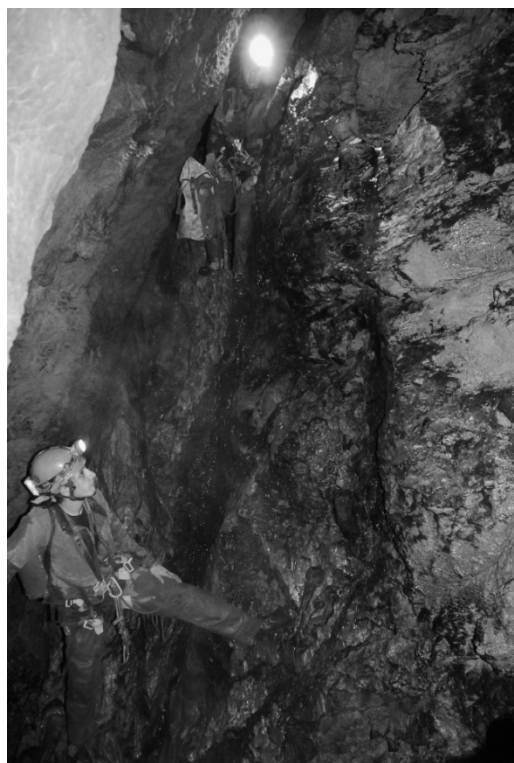


Figura 2. Escaladas dentro de Mediceos.

Más adelante se presenta una surgencia (Fig. 4), que dá lugar a pozas profundas e intenso goteo, seguido de un tiro (T. 7.2 m) con una cascada y una poza, posicionada en un salón de 10 x 8 m que antecede a un salón de mayores dimensiones (*Salón de la poza*). En

la entrada de este salón se colocó el 3^{er} spit en una rampa (R. 13.3 m) que se puede seguir hacia el NE rodeando la gran piedra que divide la sala, o hacia el E, escalando y descendiendo de nuevo para continuar por un meandro estrecho (Fig. 5). Esta parte presenta una gran cantidad de agua proveniente de la sala anterior y de una nueva surgencia ubicada al E del salón. La continuación de esta sala es un tiro (T. 7.4 m) con una cascada y poza de 3.3 x 6.1 m. A partir de ahí la galería tiene una forma sinuosa meándrica (Fig. 6) orientada hacia el N, presentando una gran cantidad de agua dando lugar a diferentes pozas.



Figura 3. Sedimentos y formación de falsos suelos.

En esta zona la roca es muy frágil y tiene una apariencia pulida con gran cantidad de orificios sin embargo también se presentan columnas y coladas. Después de 75 m de recorrido la dirección de la cueva cambia hacia el W, hasta llegar al último tiro (T. 11.2 m) que en su base presenta un derrumbe con rocas de tamaños variables. Una vez saltado dicho obstáculo se presenta una galería fósil, en dirección SE, formada de rocas endebles, con una textura similar a la arena, seguida de una arrastradera con grandes bloques que lleva a la sima, orientada hacia el NE donde finalmente se encuentra una grieta de pequeñas dimensiones que impide el paso. Esta parte final es riesgosa debido a la fragilidad de las rocas del techo y circundantes.

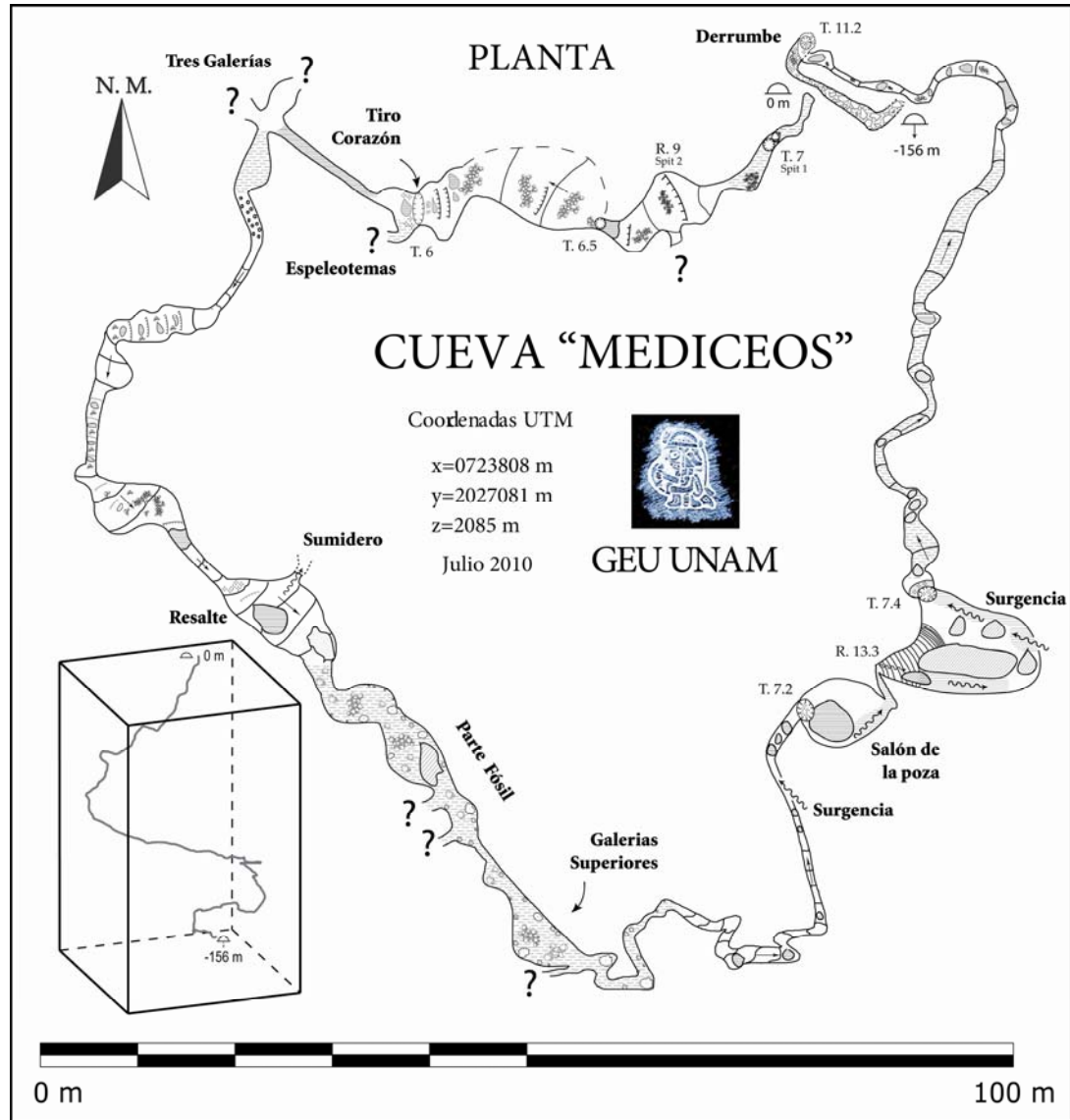


Figura 4. Plano de la cueva “Mediceos” mostrando las partes más representativas de la cavidad y sus orientaciones preferenciales.

El tiempo de recorrido de la cavidad ya armada es de aproximadamente 8 hrs.

Conclusiones

Esta cavidad es interesante, debido a la falta de una orientación preferencial durante todo su desarrollo, que quizás guarda relación con los múltiples manantiales subterráneos (que son los únicos afluentes de agua actuales) y sus ubicaciones. Además, por los diversos ramales inexplorados y sus posiciones relativas a la galería principal, estas dos características deben guardar alguna relación con el proceso de formación de la cueva y, específicamente, con el hecho de que la cavidad tenga cambios drásticos en su orientación. Así mismo, es interesante notar que la última galería presenta una morfología y orientación diferente a las galerías previas a ella.

Esta cavidad no tiene dificultad en el armado y requiere poco equipo, sin embargo, la progresión se hace difícil por los constantes estrechos y escaladas durante todo el camino.

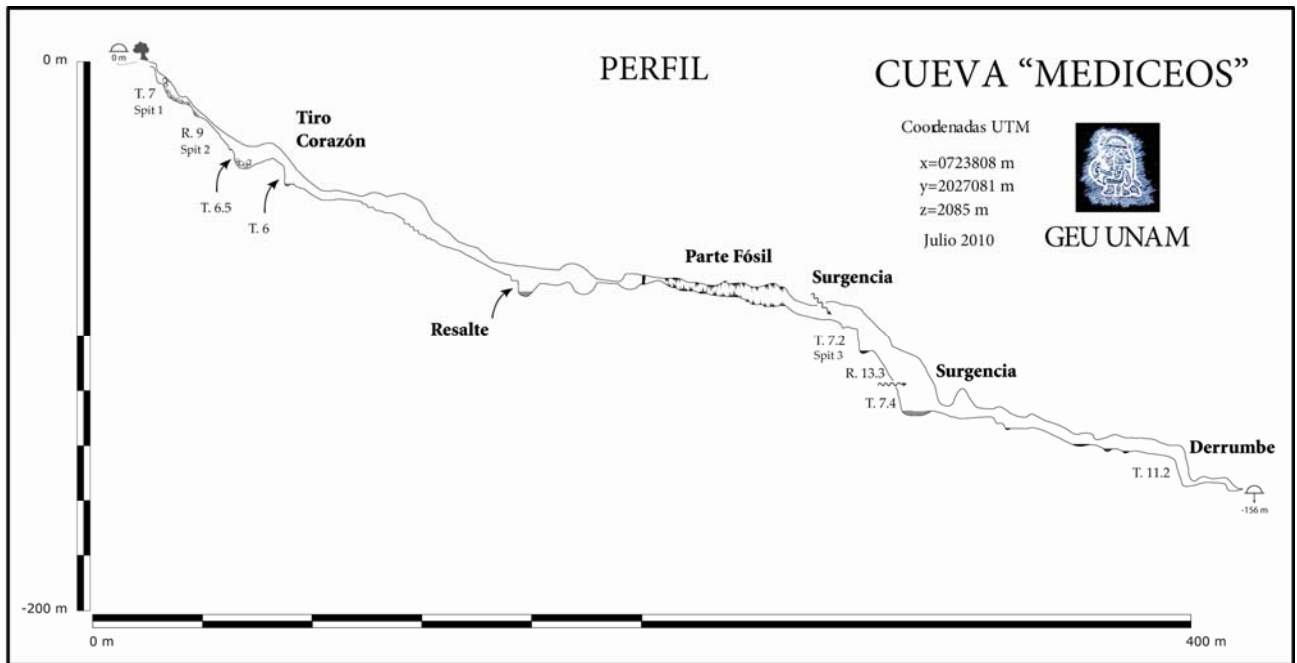


Figura 5. Perfil de la cueva "Mediceos" que muestra sus principales desniveles.



Figura 6. Meandros hacia la sima de la cueva Mediceos.

Agradecimientos

Agradecemos a Alejandra Barragán, Alejandra López-Portillo, Jazmín Mota, Adrián González, Daniel García, Eduardo Mendoza y Arturo García-Gómez por su participación en la expedición, así como en la realización de la topografía. También dedicamos este trabajo a la memoria de Miguel Becerril (†), amigo y compañero.

Bibliografía

- González, F., E. Romero, J. Vargas, & J. Miranda. 2007.** Analysis by PIXE of Underground Water from Ixtaxochitla, Puebla. Proceedings of the XI International Conference on PIXE and its Analytical Applications, May 25-29, Puebla, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2008.** Carta topográfica E14B77, Coyomeapan. Escala 1:50,000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010.** Mapa de regiones y cuencas hidrológicas del Estado de Puebla. <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/pue/rh.cfm> Fecha de consulta: 17 Mayo 2010.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2010.** Mapa de precipitación media anual 1941-2005. <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/precipitacion/lluv-media-a.html>. Fecha de consulta: 17 Mayo 2010.

TOPOGRAFÍA DE LA CUEVA EL SEMILLERO, ZONGÓLICA, VERACRUZ

**María de los Ángeles Verde Ramírez¹ y
Arturo García Gómez^{1,2}**

¹*Grupo Espeleológico Universitario,
UNAM.*

²*Ecología y Sistemática de
Microartrópodos, Departamento de
Ecología y Recursos Naturales, Facultad
de Ciencias, UNAM.*

*E-mail: angelesverde@gmail.com,
gab12y@yahoo.com.mx*

Abstract

In this paper a brief chronic of the topography of “El Semillero” cave is presented. This cavity was explored by members of Grupo Espeleológico Universitario (GEU) in February and May, 2010. The cave is located near Sotano de Popoca, Veracruz State and presents a depth of 40 m, 590 m of horizontal development and a horizontal extension of 571 m.

Résumé

Nous écrivons sur une visite de la grotte “El Semillero”, cet lieu aie été topographiées par les membres du Grupo Espeleológico Universitario (GEU) dans février et mai de cette année. La grotte est près de la grotte de Popoca, Veracruz, elle a une profondeur de -40m, un développement de 590m et horizontalement 571 m, leur exploration est encore en développement.

Introducción

Desde hace más de diez años, la Asociación de Montañismo de la UNAM visita anualmente parte de Zongólica, Veracruz (Ackerman & Rouillon, 1982) para descender el Sótano del Popoca, sin embargo y a pesar de encontrarse cerca del área la oquedad del Semillero, no se conocía por los miembros de la Asociación. Dicha cavidad se encuentra pasando dos cerros hacia el NW, por el camino del río que desemboca en el Sótano, pero hace tres años algunos miembros del grupo se adentraron a dicha cueva y encontraron una formación de proporciones medianas, serpenteante y en un inicio pequeña, la cual exploraron hasta el primer tiro, llegando a una zona freática y de poco desarrollo.



Figura 1. Entrada de “El Semillero”.

En febrero del 2010, aprovechando la visita al Sótano de Popoca, un grupo de siete personas, pertenecientes al Grupo Espeleológico Universitario (GEU), se adentraron una vez más a esta cavidad. En el inicio se pensaba que era una pequeña oquedad, por lo se que llevaron dos tramos de cuerda de 20 m, pero una vez adentro se encontró un enorme pasillo que no se había apreciado en la anterior visita, por consiguiente, se decidió regresar.

Previo a la tercera fecha de visita, en mayo del 2010, se investigó si algún otro grupo espeleológico había entrado en ella, y sobre todo, informarse sobre su

topografía, al no encontrar respuesta, el GEU se dispuso a realizar la topografía de dicha actividad.

Descripción del Semillero

El Semillero tiene una profundidad de -40 m, un desarrollo de 590 m y una extensión horizontal de 571 m. Esta cavidad es predominantemente horizontal, y hasta el momento se han encontrado, cuatro tiros y tres escaladas importantes, de más de cuatro metros. La orientación preferencial de la cueva es hacia el SE.

La entrada (Fig. 1), junto con la primera parte, es zigzagueante y al final de la galería se llegar al primer tiro de 14 m (Fig. 2), después se caminan 7m, donde se encontró una escalera elaborada de troncos por los lugareños (Fig. 3), y que es muy endeble. Por debajo de ella, encontramos una galería, la cual tiene poco desarrollo y se pierde antes de los 50m, y por encima se encuentra otra galería, por la que se realizó la topografía.

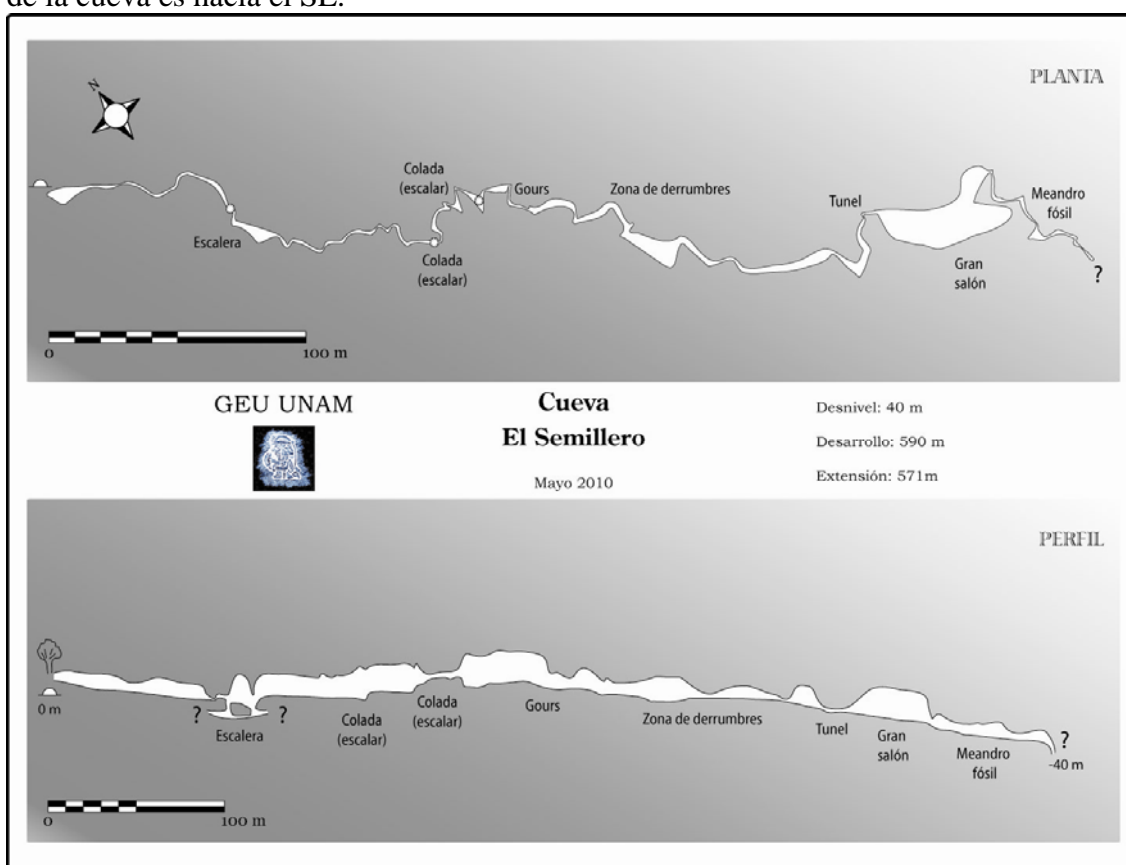


Figura 2. Planta y perfil de la cueva “El Semillero”.

Esta parte presenta gran cantidad de lodo, haciendo complicado el camino, además, se encontraron huellas que indicaban que la cavidad había sido visitada previamente. Posteriormente,

encontramos una colada de 4m de altura, la cual se escaló y llegamos a otra galería con las mismas condiciones, posteriormente, se presenta otra colada de 5 m, que debe

escalarsse para continuar y llegar al segundo tiro de 12 m.



Figura 3. Rustica escalera encontrada dentro de la cueva.

Al pasar esta sección, se llega a una zona con varios *gours*, al atravesar estos espeleotemas, hay un derrumbe con rocas de más de 3 m de diámetro, mismos que están adornados a los lados por estalactitas y estalagmitas muy frágiles, además, se observa un pasaje por la derecha, del que no se realizó la topografía.



Figura 4. Espeleotema globoso del túnel.

Posteriormente, se llegó a un túnel de 1.5 m de alto con algunas estalactitas y estalagmitas y otras concreciones (Fig. 4) de 20 m de longitud, hacia el final de éste se abre un salón de amplias dimensiones, de 20 m de altura y hasta 5 m de longitud, en el que algunas zonas estaban cubiertas de arena y rocas (Fig. 5).



Figura 5. Entrada del túnel.

Finalmente, se llegó a un meandro fósil de unos 80 m de extensión, muy sinuoso que termina en la cabecera de un tiro de aproximadamente 12 m, el que no se bajo y, por consiguiente, la exploración y topografía se dejó hasta este punto por falta de tiempo. Sin embargo, se observó que la cueva se vuelva activa por la presencia de una corriente de agua.

El nombre “Semillero” se le dió porque en dicho sitio se colectan semillas de café para sembrar en otros lugares cercanos, además, los lugareños ubican esta oquedad de igual forma.

Uno de los aspectos más interesantes de esta cueva es la presencia de restos fósiles en las paredes y techos. En su mayoría son gasterópodos y conchas embebidos en la roca caliza, y se observan cortes en diversas orientaciones (Fig. 6). Además, hay una gran presencia de fauna, encontrando grillos, que mantienen su canto durante toda la travesía, alacranes y murciélagos, principalmente.

Conclusiones

El principal objetivo trabajo fue presentar la topografía preliminar de la cueva El Semillero. Es importante hacer notar el carácter primordialmente horizontal de esta cavidad, la que compensa su desnivel con tiros y escaladas. Esta cueva se encuentra aún en exploración y se espera que su desarrollo sea mucho mayor que el registrado hasta ahora.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial a Alejandra López-Portillo, Edgar Soto y Héctor Guzmán por su participación en la topografía y el armado de “El Semillero”.

Bibliografía

Ackermann P. & G. Pouillon. 1982. Highlights of the recent French expedition: Zongolica. *AMCS Activities newsletter*. 12: 59-70



Figura 6. Restos fósiles encontrados en las paredes de El Semillero.

EL MICROCLIMA DE LA CUEVA DE "LOS LAGUITOS" Y SU RELACIÓN CON LOS MURCIÉLAGOS

Matías Martínez-Coronel, Edmundo García, Carolina Müdespacher-Zihel y Agustín Torres

Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186. Col. Vicentina, Iztapalapa, México, D. F. 09340. E-mail: marti17@hotmail.com

Resumen

Se describen los cambios de temperatura y humedad relativa de la cueva de "Los Laguitos", Chiapas, durante siete meses del 2001. Las variables fueron registradas cada tres horas, en 20 sitios de observación, hasta completar un ciclo de 24 hrs. La temperatura promedio de la cueva fue 32.30°C y la humedad relativa de 95.44%. Las dos variables de la cueva fueron altas en comparación con el promedio externo, por lo que fue clasificada como una "cueva de calor". Los murciélagos son la fuente principal de calor y humedad en la cueva.

Palabras Clave: Microclima, cueva de calor, murciélagos, conservación, Chiapas.

Abstract

Temperature and relative humidity from "Los Laguitos" cave were measured during seven months throughout year 2001. Everyday both variables were measured every three hours in 20 sites until complete a 24 hour cycle. The temperature of the cave was 32.30°C and the relative humidity was 95.44%. In contrast with external conditions the cave

had higher temperature and humidity for that we classified it as a hot cave. The bats were the principal source of heat and moist in the cave.

Key words: Microclimate, hot caves, bats, conservation, Chiapas

Introducción

Las cuevas son ambientes relativamente estables desde el punto de vista climático, debido a que sus parámetros ambientales varían de manera menos brusca en comparación con el ambiente externo (Poulson & White, 1969; Silva-Taboada, 1979). El microclima de una cueva está determinado por diversos factores como la ubicación (latitud y altitud), la estructura física (tamaño, número de entradas, configuración de las galerías, grado de inclinación), presencia de cuerpos y corrientes de agua (Badino, 1995; Gamble *et al.*, 2000; Tuttle & Stevenson, 1979), y en el caso de las cuevas de calor, la presencia de los organismos es el factor fundamental (de la Cruz, 1992; Silva Taboada, 1977).

En general se acepta que la temperatura de una cueva es similar al promedio de la temperatura anual del ambiente externo (Badino, 1995). Sin embargo, diversos estudios han mostrado que el microclima de las cuevas no es uniforme espacial ni temporalmente (Buecher, 1999; Forbes, 1998; Sanderson & Bourne, 2002), ya que el número de entradas, la ubicación de éstas y el grado de inclinación del piso son factores que determinan la circulación del aire y por lo tanto modifican el ambiente interno tanto espacial como temporalmente (Badino 1995; Tuttle & Stevenson, 1979).

Los estudios en ambientes templados han desarrollado un modelo de tres zonas climáticas para este tipo de cuevas: una zona umbral, cercana a la entrada y con alta variabilidad en sus condiciones; una zona

oscura de transición, localizada más al interior de la cueva y que recibe menor influencia del ambiente externo y con cierta variabilidad en sus parámetros y finalmente una zona profunda o interna, totalmente oscura y con mayor estabilidad climática (Gamble *et al.*, 2000; Poulson & White, 1969). La ausencia de luz impide que en el interior de las cuevas haya producción de materia orgánica fotosintética, por lo tanto la mayoría de los organismos que viven en estos ambientes son heterótrofos y dependen de la materia que es arrastrada al interior por corrientes de agua, gravedad o animales. Dentro de los usuarios de las cuevas, los murciélagos ocupan un lugar especial, porque son importadores de materia orgánica en cantidades notables (Hoffmann *et al.*, 1986; Poulson & White, 1969).

Las cuevas son el tipo de refugio que alberga a las poblaciones más abundantes de murciélagos, en comparación con los refugios externos (Kunz y Lumsden, 2003). En México 60 especies usan las cuevas como refugio diurno, ya sea de manera temporal o permanente (Arita, 1993). Las razones son variadas, estos sitios ofrecen a los murciélagos protección contra la luz solar directa, son de difícil acceso a los depredadores y sitios idóneos para la reproducción, además de la ya mencionada estabilidad de la humedad y temperatura en comparación con los refugios externos. Sin embargo, no todas las cuevas poseen las condiciones mínimas para ser empleadas como refugio, y mucho menos como sitios para la reproducción. Al parecer, las condiciones microclimáticas que prevalecen en una cueva son un requisito básico para que sean seleccionadas como sitios para llevar a cabo la reproducción y crianza de los jóvenes (Baudinette *et al.*, 1994; Betts, 1997; Borda *et al.*, 2004;

Sedgeley, 2001). Debido a que no se ha hecho ningún estudio sobre las condiciones microclimáticas de la cueva de Los Laguitos, Chiapas, el presente trabajo describe las variaciones de humedad relativa y temperatura del sistema a lo largo de un año y su relación con los murciélagos.

Área de estudio

La cueva de los Laguitos está ubicada 4 km NW de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, (16°46' 42" N; 93°08' 55" W), a una altitud de 781 msnm. El clima de los alrededores de la cueva es cálido subhúmedo, con una estación húmeda que va de mayo a octubre, con canícula bien marcada en julio y agosto y una estación seca en los otros meses, La temperatura media anual es de 24.7°C. La vegetación dominante en los alrededores de la cueva es selva baja caducifolia.

La cueva de "Los Laguitos" tiene una sola entrada, que esta ubicada sobre la ladera Este de la loma "Tarai". Fue originada por un río subterráneo, que no tiene conexión actual con la cueva. La cueva tiene desarrollo horizontal, con una longitud superior a los 600 m y está dividida en tres galerías principales (Fig. 1). En los primeros 36 m el piso se eleva 7°, después cambia a -3°, mientras que entre los 18-24 m el techo se reduce de 5 m a 1.5 m de altura, de manera que se forma una constricción a esta distancia, la cual funciona como un obstáculo a la libre circulación del aire. A lo largo del año la cueva es habitada por nueve especies de murciélagos, con cambios notables en su abundancia.

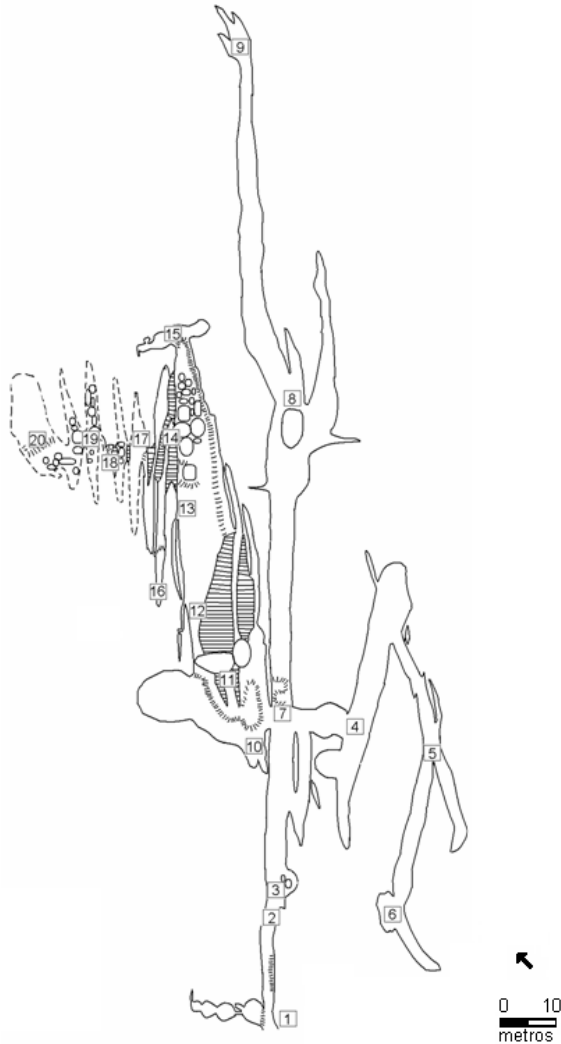


Figura 1. Ubicación de los 20 sitios de observación ambiental en la cueva de Los Laguitos, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Métodos

La cueva fue visitada durante enero, marzo, abril, mayo, agosto, octubre y noviembre del 2001. En cada visita fueron registradas la temperatura y humedad relativa ambiental con un psicrómetro Taylor, en 20 estaciones de observación (Fig. 1). Las lecturas se hicieron cada tres horas, a 1.20 m de altura y entre 5-10 cm de la pared. Los sitios de observación fueron elegidos con base en la topografía de la cueva. En los

puntos 1 y 2 el termómetro fue protegido de la luz solar directa.

En cada visita fueron determinadas las abundancias y especies de murciélagos que se encontraron en la cueva. En el caso de *Balantiopteryx plicata* hicimos conteos directos, mientras que en las demás especies la abundancia fue estimada a través de conteos por m² y estos valores fueron extrapolados a toda el área que en ese momento ocupaba la colonia. En el caso de *Leptonycteris curasoae* y *Natalus stramineus*, contamos los neonatos que las madres dejaban en su sitio de percha al anochecer, y el valor obtenido fue multiplicado por 2. Las abundancias se redondearon a cientos o miles de individuos.

Análisis estadísticos: Los valores de humedad relativa y temperatura entre los diferentes puntos de observación fueron comparados a través de una prueba de t de Student pareada con el programa.

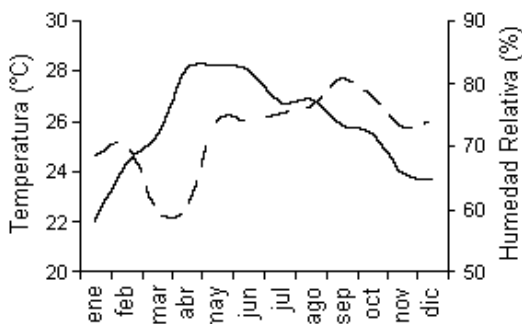
Resultados

Comportamiento general de la temperatura y de la humedad relativa

Temperatura: La cueva tuvo una temperatura promedio de 32.30°C durante los siete meses monitoreados del 2001, que representan 6.6 °C más que el promedio anual del medio externo que fue de 25.7°C (Fig. 2). La temperatura no fue uniforme en toda la extensión de la cueva, ya que aumentó de 23.18°C promedio que registró en la entrada (sitio 1 ó S1) hasta los 35.39°C que alcanzó en el S20 (Cuadro 1, Fig. 3). Asimismo, el aumento de la temperatura no fue gradual, ya que hubo diferencias estadísticamente significativas entre sitios vecinos, lo que permitió reconocer tres zonas térmicas contrastantes: una zona umbral (S1 y S2) con temperatura promedio de 24.43°C (con valores extremos de 16.5°C-33.0°C) y variaciones de hasta 13.0° en un mismo sitio y día; una zona de transición (S3) con temperatura de 29.88°C (26.0-33.0°C) y

variaciones de hasta 6.0°C, y una zona interna (S4-S20) con temperatura de 33.37°C (30.0-36.5°C) y variaciones de hasta 2.5°C (Cuadro 1).

Figura 2. Temperatura y humedad relativa promedio mensual durante el 2001 en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (CONAGUA, 2001).



Cuadro 1. Temperatura y humedad relativa promedio registrada en 20 sitios de observación, durante siete meses del 2001, en el interior de la cueva de los Laguitos, Chiapas. El número de observaciones fue de 56 en todos los sitios.

Sitio de Observación	Temperatura		Humedad Relativa	
	Media±d.e.	Mín-Máx	Media±d.e.	Mín-Máx
1	23.18±3.27	16.5-32.0	73.12±12.71	46-92
2	25.67±2.29	18.53-3.0	81.35±13.05	47-100
3	29.87±1.95	26.0-33.0	94.66±4.44	82-100
4	32.16±1.09	30.0-34.0	97.17±2.97	89-100
5	32.26±1.12	30.0-34.0	98.30±2.07	93-100
6	32.01±1.12	30.0-34.0	98.16±2.06	93-100
7	32.54±1.07	30.5-34.5	96.92±3.17	89-100
8	33.13±0.77	32.0-34.5	98.12±2.26	93-100
9	32.58±1.01	30.5-34.0	98.10±2.24	93-100
10	32.90±0.77	31.0-34.5	97.98±2.44	93-100
11	32.99±0.73	31.5-34.0	98.58±1.79	93-100
12	33.30±0.90	31.5-35.0	98.16±2.61	93-100
13	33.22±0.83	31.5-35.0	98.12±2.45	93-100
14	33.63±0.83	31.5-35.0	97.57±2.61	93-100
15	33.55±0.85	31.5-35.0	97.73±2.72	90-100
16	33.79±0.80	32.5-35.0	97.28±2.90	93-100
17	33.88±0.80	31.5-35.0	96.50±3.04	90-100
18	34.59±0.59	33.0-35.5	97.51±2.50	93-100
19	35.41±0.65	34.0-36.5	97.28±2.40	93-100
20	35.39±0.66	34.0-36.5	96.92±2.65	90-100

La variación de la temperatura entre puntos vecinos fue menos brusca en la zona interna, que entre la zona umbral y la de transición, o entre esta última y la zona interna. No obstante, hubo sitios

vecinos con diferencias significativas (Cuadro 2). Debido a lo complejo de las variaciones observadas, usamos la topografía de la cueva para ilustrar el patrón de temperatura en la zona interna, de la que reconocimos cuatro subzonas.

La galería derecha (S4-S6) con una temperatura promedio de 32.14°C (30.0-34.0), fue la menos cálida; la galería central (S7-S9) con 32.75°C (30.5-34.5) fue más caliente que la anterior; seguida por la primera sección de la galería

izquierda (S10-S17) con 33.39°C (31-36.5), mientras que la sección final de esta galería (S18-S20) con 35.13°C fue la parte más caliente (Cuadro1, Fig. 1).

Cuadro 2.- Resultados de la prueba de t de Student aplicada a la temperatura y humedad relativa registrados en 20 sitios de observación en el interior de la cueva de Los Laguitos. La **t** representa el valor del estadístico de t de Student obtenido, la **p** la significancia estadística.

Sitios comparados	Temperatura		Humedad Relativa	
	t	p	t	p
1-2	7.22	0.001	8.32	0.001
2-3	12.34	0.001	8.73	0.001
3-7	11.54	0.001	4.54	0.001
4-7	5.86	0.001	0.65	0.51
4-5	1.27	0.20	3.12	0.002
5-6	2.80	0.001	0.75	0.45
7-8	6.81	0.001	3.26	0.001
8-9	7.41	0.001	0.07	0.94
7-10	3.62	0.001	2.56	0.01
10-11	1.74	0.08	2.36	0.02
11-12	5.40	0.001	1.77	0.08
12-13	1.11	0.26	0.36	0.71
13-14	5.09	0.001	1.90	0.06
14-15	0.87	0.38	0.46	0.64
15-16	3.39	0.001	1.47	0.14
16-17	1.25	0.21	2.01	0.04
17-18	7.07	0.001	2.75	0.007
18-19	8.79	0.001	1.31	0.19
19-20	0.49	0.62	2.03	0.04

*En todos los casos los grados de libertad fueron 56, 56.

Cuadro 3. Temperatura y humedad relativa (media± una desviación estándar) mensual registradas por zonas microclimática en la cueva de Los Laguitos, Chiapas, durante el 2001.

	Zona Interna						
	Zona Umbral	Zona de Transición	Galería Derecha	Galería Central	1ª. Sección Galería Izquierda	2ª. Sección Galería Izquierda	Promedio
Temperatura (°C)							
	n=16	N=8	N=24	N=24	N=64	N=24	N=160
Enero	24.22±3.37	32.81±0.26	33.41±0.43	33.91±0.45	34.54±0.41	35.06±0.34	33.24±3.27
Marzo	22.13±4.08	27.31±1.27	30.81±0.54	31.62±0.76	32.60±0.61	34.18±0.41	31.11±3.63
Abril	26.72±2.28	29.67±0.66	31.26±0.46	31.96±0.61	32.65±0.59	34.87±1.06	31.93±2.34
Mayo	25.94±2.37	29.69±1.41	31.46±0.93	32.33±0.62	33.27±0.67	35.29±0.46	32.25±2.69
Agosto	24.50±2.11	30.91±0.82	32.48±0.65	33.33±0.70	33.83±0.48	35.77±0.57	32.77±3.10
Octubre	23.59±2.50	28.94±1.92	32.40±0.64	32.66±0.45	33.01±0.62	34.76±1.17	32.07±3.28
Noviembre	24.41±2.31	29.87±1.55	33.23±0.65	33.52±0.63	33.92±0.73	35.41±0.58	35.75±3.40
Promedio	24.43±3.08	29.88±1.95	32.14±1.11	32.75±0.99	33.39±0.89	35.13±0.76	32.30±3.17
Humedad Relativa (%)							
Enero	65.94±12.25	95.12±2.75	97.91±2.10	97.58±2.51	97.85±2.17	95.00±2.04	94.10±10.41
Marzo	63.38±10.44	89.37±4.34	95.08±2.12	93.87±3.26	95.30±2.77	96.91±1.47	92.02±10.50
Abril	71.72±8.07	91.22±2.10	97.67±2.30	95.92±1.90	95.28±2.35	94.66±2.20	92.99±7.95
Mayo	95.13±12.38	97.25±5.11	99.46±1.25	99.87±0.61	99.86±0.62	100±0.00	97.75±7.05
Agosto	88.56±8.29	100±0.00	100±0.0	100±0.00	100±0.00	100±0.00	98.86±4.28
Octubre	87.56±8.60	95.87±2.80	98.12±2.29	97.75±2.26	97.86±2.58	97.79±1.61	96.76±4.66
Noviembre	83.87±7.20	94.00±1.69	97.20±2.66	97.29±1.80	97.87±2.51	96.12±1.94	95.83±5.14
Promedio	77.24±13.47	94.63±4.44	97.91±2.46	97.44±2.90	97.65±2.73	97.16±2.57	95.44±7.88

Humedad Relativa: La humedad relativa (HR) fue de 95.44% en toda la cueva, mientras que en el medio externo promedio 71.92% (Fig. 2). Al igual que la temperatura, esta variable no fue uniforme en toda la extensión monitoreada. El valor más bajo fue registrado en el S1 (73.12%), y el más alto fue registrado en el S11 (98.58%), ubicado en la galería izquierda (Cuadro 1, Fig. 3). De acuerdo con el comportamiento de la HR, también reconocimos tres zonas ambientales en toda la cueva, las que coinciden topográficamente con las expuestas para la temperatura: la zona umbral (S1 y S2) fue la más seca con un valor promedio de 77.24% (46-100) y con variaciones de hasta 37 unidades porcentuales en un mismo día; la zona de transición (S3) fue de humedad intermedia y registró una HR de 94.63% (82-100) y con variaciones de hasta 12 unidades porcentuales. En esta zona observamos la formación de niebla, sobre todo en los meses de otoño e invierno. Finalmente la zona interna (S4-S20) fue la más húmeda al registrar una HR de 97.62% (89-100) y con variaciones de hasta 10 unidades (Cuadro 2).

Siguiendo el mismo criterio que en la temperatura, la zona interna fue dividida en cuatro subzonas que en orden de menor a mayor humedad fueron: la sección final de la galería izquierda (S18-S20), que registró la menor HR con 97.16%, seguida por la galería central (S7-S9) con 97.44%, la primera sección de la galería izquierda (S10-S17) registró 97.65% y finalmente la galería derecha (S4-S6) con 97.91% fue la más húmeda (Cuadro 1, Fig. 1).

Comportamiento mensual de la temperatura y humedad relativa

En los siete meses muestreados la temperatura de la cueva tuvo un

comportamiento similar al patrón general descrito (Cuadro 3, Fig. 4). Enero y noviembre registraron la temperatura promedio más alta, mientras que marzo y abril la más baja (Cuadro 3). Estos resultados contrastan con los valores promedio del medio externo, ya que enero y noviembre fueron los meses más fríos del año, mientras que abril y mayo fueron de los más cálidos, hecho que indica que la temperatura de la cueva no es afectada por la del medio externo (Fig. 2). Entonces la presencia de los murciélagos debe ser la razón de la mayor temperatura en el interior de la cueva.

La HR cavernícola mostró durante enero, abril y octubre un comportamiento similar al patrón general. En cambio durante agosto la zona de transición y la zona interna tuvieron la atmósfera saturada. Durante marzo y mayo la sección más húmeda correspondió al final de la galería izquierda, en cambio en noviembre lo fue la galería central. A diferencia de la temperatura, la HR de la cueva mostró cierta influencia del ambiente externo, a pesar de que la mayor humedad ambiental externa se registró al final de la época de lluvias en septiembre y octubre (Fig. 2). No obstante, la elevada humedad del interior de la cueva, debe adjudicarse principalmente a la presencia de los murciélagos (Cuadro 5).

Fluctuación diaria de la temperatura y de la humedad relativa

La temperatura y humedad relativa de la cueva mostraron cambios diarios, con un patrón similar en los siete meses analizados. Para ilustrar este comportamiento presentamos los promedios de temperatura y HR por zonas y subzonas microclimáticas registrados el 18 y 19 de octubre.

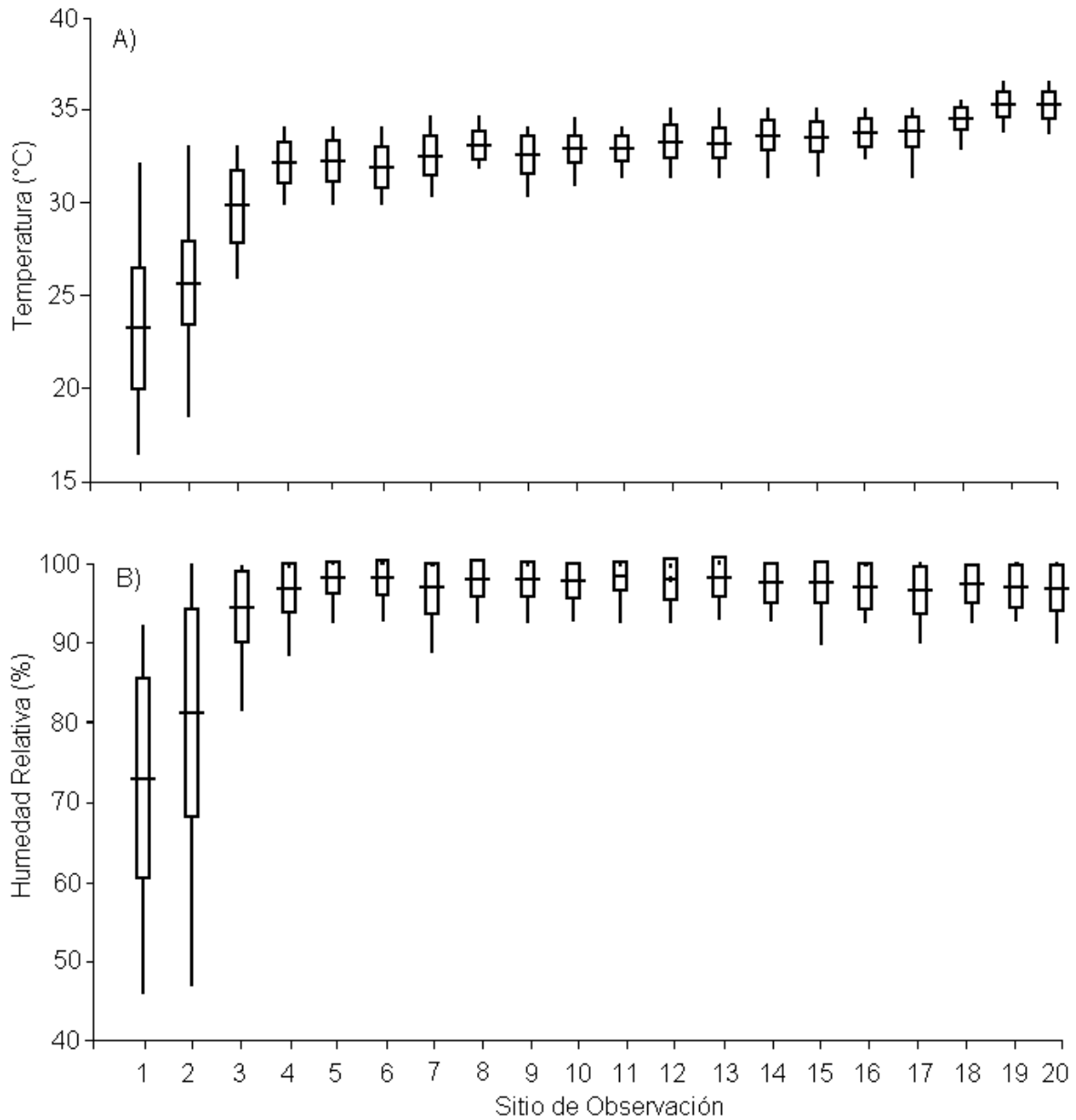


Figura 3. Promedio de la temperatura A) y de la humedad relativa B) de 20 sitios de observación de la cueva de Los Laguitos, Chiapas, registradas en siete meses del 2001. La línea horizontal representa la media, el recuadro la desviación estándar y la línea vertical el recorrido.

Temperatura: En la zona umbral la temperatura mostró el patrón típico del ambiente externo, después de la salida del sol su valor aumentó y alcanzó un máximo a las 12:00 hrs, después por la tarde descendió y alcanzó su mínimo alrededor de las 18:00 hrs, por la noche aumentó nuevamente (Cuadro 5, Fig.

5A). En la zona de transición esta variable mostró un patrón oscilatorio durante el día y primera parte de la noche, mientras que en la madrugada se mantuvo alrededor de los 29°C (Fig. 5B). La mayor temperatura se registró a las 12:00 hrs, mientras que la menor ocurrió a las 15:00 hrs. En la zona interna, en la galería derecha (Fig. 5C) y galería central (Fig.

5D) la temperatura aumentó de las 06:00 a las 09:00 hrs, después disminuyó hacia las 15:00 hrs cuando alcanzó su valor mínimo. A las 18:00 hrs volvió a aumentar y por la noche esta variable osciló alrededor de los 32°C. En la galería izquierda la temperatura disminuyó durante la primera parte del día y alcanzó

su valor mínimo a las 15:00 hrs, y al igual que en las otras galerías, aumentó de nuevo a las 18:00 hrs, por la noche esta variable mostró oscilaciones en la primera sección de esta galería, mientras que en la segunda sección la temperatura continuó descendiendo hasta las 03:00 hrs (Figs. 5E y 5F).

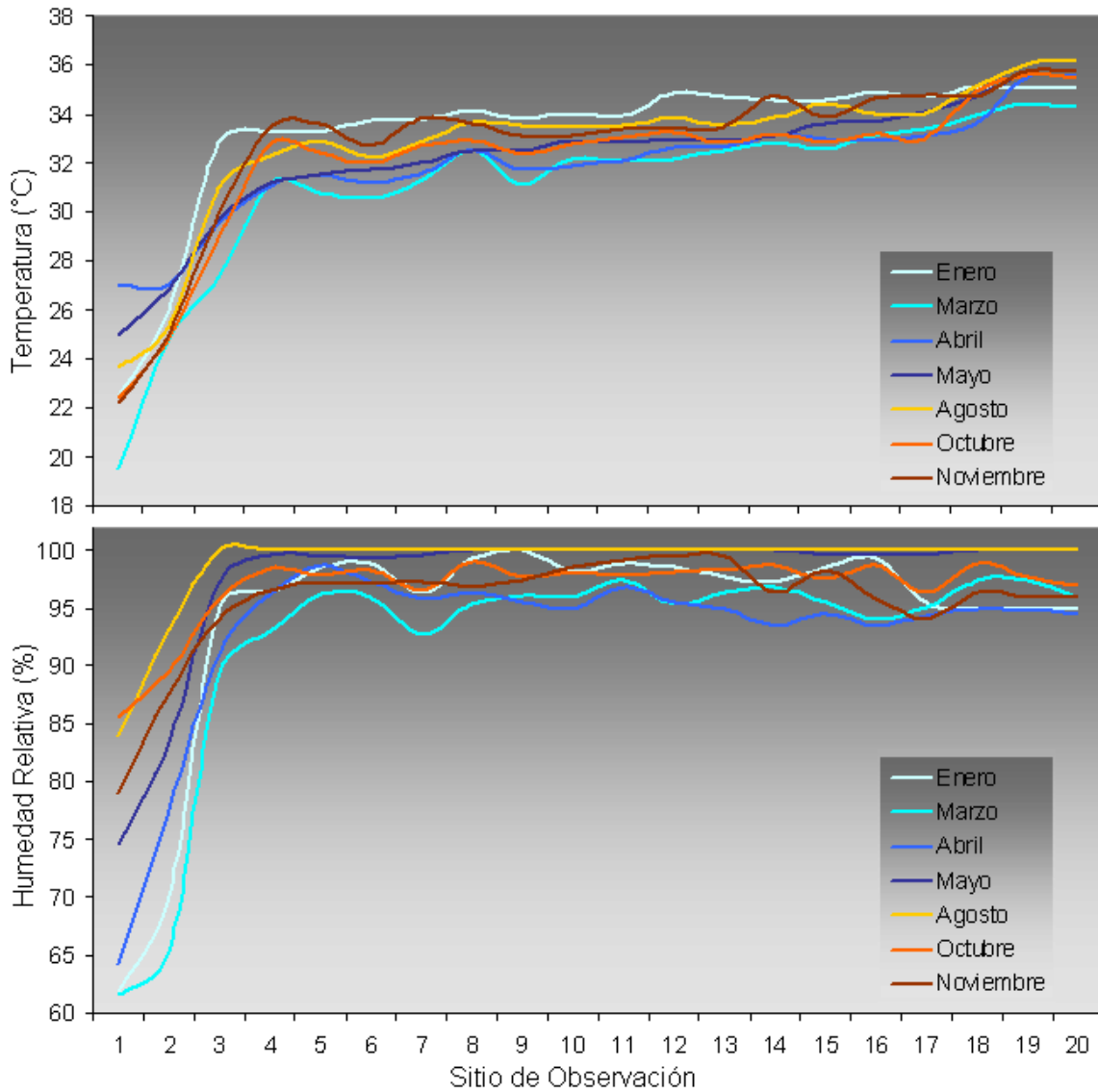


Figura 4. Promedios mensuales de temperatura A) y humedad relativa B) registrados en 2001 en 20 sitios de observación en la Cueva de Los Laguitos, Chiapas.

Cuadro 4. Temperatura (°C) y humedad relativa (%) promedio registradas durante un ciclo de 24 horas, en las diferentes zonas microclimáticas de la cueva de los Laguitos, Chiapas, durante el 18 y 19 de octubre del 2001.

Hora de Observación	Zona de Umbral N=16	Zona Interna				
		Zona de Transición N=8	Galería Izquierda N=24	Galería Central N=24	Galería Derecha 1a. Sec. N=64	Galería Derecha 2ª. Sec. N=24
Temperatura (°C)						
06:00	21.25	29.00	31.67	32.33	33.25	35.67
09:00	22.50	26.50	32.83	33.00	33.19	35.50
12:00	27.50	32.00	32.17	32.67	32.75	35.50
15:00	25.75	26.00	31.67	32.00	32.00	35.17
18:00	22.75	29.00	32.67	32.83	33.56	35.67
21:00	22.25	30.00	32.67	32.83	32.88	35.33
00:00	23.25	29.50	32.83	32.83	33.44	35.00
03:00	23.50	29.50	32.67	32.83	33.06	35.00
Humedad Relativa (%)						
06:00	93.50	98.00	99.00	100.00	97.75	97.00
09:00	88.50	91.00	98.33	98.00	98.50	99.33
12:00	78.50	97.00	98.33	99.00	98.88	98.67
15:00	70.50	100.00	100.00	100.00	98.88	95.67
18:00	89.50	93.00	100.00	96.67	95.50	98.00
21:00	93.00	96.00	93.33	93.33	99.13	98.00
00:00	93.50	96.00	97.00	95.67	96.00	97.00
03:00	93.50	96.00	99.00	99.33	98.63	98.67

Humedad Relativa: La HR tuvo un comportamiento inverso al de la temperatura en la zona umbral, galerías derecha, central y primera sección de la galería izquierda, debido la relación entre estas variables (Cuadro 5, Fig. 5). Sin embargo, en la zona de transición (5B) y en la segunda sección de la galería izquierda (Fig. 5F) la HR no se comportó igual, pues hubo ocasiones en que las dos variables aumentaron o disminuyeron a la vez. En la zona umbral la HR disminuyó después de la salida del sol y registró su

valor más bajo a las 15:00 hrs, por la tarde y noche aumentó gradualmente registrando su valor más alto por la madrugada (Fig. 5A). A diferencia de la zona umbral, en la zona de transición y en las galerías derecha, central y primera sección de la izquierda la mayor HR fue registrada a las 15:00 hrs, y sólo en la segunda sección de la galería derecha la mayor HR fue registrada a las 09:00 hrs. Durante la noche esta variable mostró mayor variación que durante el día, con diferencias de hasta 10 puntos porcentuales en un mismo sitio de observación.

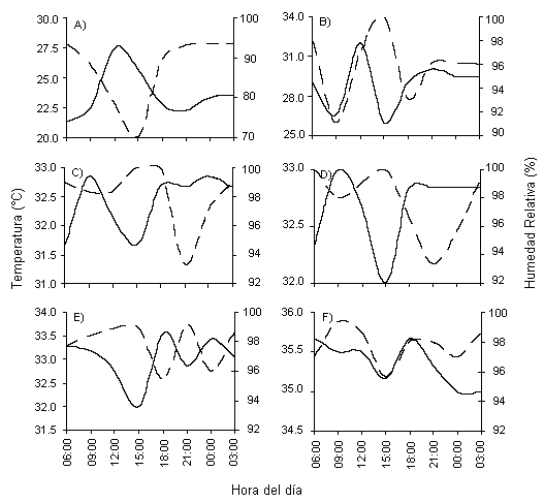


Figura 5. Temperatura y humedad relativa ambiental registradas en la cueva de Los Laguitos, Chiapas, el 18 y 19 de octubre del 2001. A) Zona umbral, B) Zona de transición, C) Galería derecha, D) Galería central, E) Primera sección de la galería izquierda y F) Segunda sección de la galería izquierda.

Especies de murciélagos registrados en la cueva de Los Laguitos

Nueve especies de murciélagos habitaron la cueva durante el periodo

Cuadro 5. Especies de murciélagos registradas en la cueva de Los Laguitos, Chiapas y tamaño poblacional estimado de cada una de ellas durante siete meses del 2001.

Especie	Enero	Marzo	Abril	Mayo	Agosto	Octubre	Noviemb.
<i>B. plicata</i>	6	5	7	12	10	7	6
<i>A. jamaicensis</i>	<5000	>6000	>6000	>5000	>6000	<5000	<5000
<i>P. davyi</i>	>25000	>20000	>25000	>25000	>25 000	>25000	>20000
<i>P. personatus</i>	<1000	<500	>4000	<500	<500	<500	<1000
<i>P. parnelli</i>	<5000	5000	<10000	>15000	>20000	10000	>20000
<i>M. megalophylla</i>	>25000	>20000	>25000	>35000	>25000	> 20000	>20000
<i>N. stramineus</i>	>1000	>1000	>10000	>20000	>30000	> 1000	>1000
<i>L. curasoae</i>	>90000	>200	200	>500	>15000	>25000	>94000
<i>G. soricina</i>	>100	>100	>500	>500	>100	>100	>100
Total	>152000	>47000	> 80000	> 100000	> 111000	> 86000	>161000

estudiado (Cuadro 5). Con excepción de *Balantiopteryx plicata*, que ocupó siempre las grietas que están en el techo de la zona umbral (S1 y S2), y mantuvo la población más pequeña, entre 5 y 12 individuos, las especies restantes percharon en la zona de transición y en sitios específicos en la parte interna de la cueva. La cantidad de murciélagos que habitaron en la cueva mostró cambios notables durante el estudio, debido a que las poblaciones de *L. curasoae*, *M. megalophylla*, *N. stramineus*, *P. davyi* y *P. parnelli* aumentaron durante la época de partos, debido a la llegada de individuos de otras colonias que usan la cueva como maternidad. El cambio más notable correspondió a *L. curasoae*, especie que mantuvo una población de alrededor 200 individuos entre marzo y mayo, pero que incrementó a más de 47 000 hembras adultas a finales de octubre y principios de noviembre, cuando inició el periodo de partos.

Discusión

En la mayoría de las cuevas, la temperatura promedio es similar al promedio anual del ambiente externo (Badino, 1994; Barr, 1967; *Hoffmann et al.*, 1995; Poulson & White, 1969; Tuttle & Stevenson, 1978). Este no fue el caso de la cueva de Los Laguitos que registró una temperatura de 32.30°C, que en el medio externo fue de 25.7°C para el 2001 (CONAGUA, 2001) y de 24.7°C para un periodo de 25 años (Cardoso, 1979). La diferencia de temperaturas permite clasificar a la cueva de Los Laguitos como una “cueva de calor”. Las cuevas de calor se caracterizan por alcanzar una temperatura y HR superiores a las de la media anual del ambiente externo, y además sus parámetros son más estables que los otros tipos de cuevas (de la Cruz, 1992; Silva-Taboada, 1979).

La temperatura de la cueva de Los Laguitos no mostró influencia del ambiente externo, de manera que la elevada temperatura del ambiente cavernícola sólo puede provenir del calor generado por los organismos que la habitan, principalmente los murciélagos (Baudinette *et al.*, 1994). Al que se agrega el producido por artrópodos, hongos y microorganismos que intervienen en la descomposición de los productos de alimento, que los murciélagos llevan al interior de la cueva, así como de los productos de desecho y cadáveres de estos (Barr, 1967; Baudinette *et al.*, 1994; Poulson & White, 1969).

La HR de la cueva de Los Laguitos fue de 95.44%, mientras que en el medio externo fue de 71.92% en el 2001 (CONAGUA, 2001). A diferencia de la temperatura, la HR de la cueva tuvo influencia del ambiente externo. Posiblemente a través de las filtraciones de lluvia que se dan a través de la roca

caliza. No obstante esto no explica del todo la elevada humedad en el interior de la cueva, sobre todo durante la época seca. Por lo tanto, ante la ausencia de cuerpos de agua en el interior, la alta humedad debe atribuirse a las poblaciones de murciélagos que la habitan (Baudinette *et al.*, 1994). Otro factor importante que favorece la temperatura elevada y HR de la cueva se debe atribuirse a la horizontalidad de la cueva y al obstáculo físico que existe cerca de la entrada, lo que impide el libre intercambio de masas de aire entre el interior de la cueva y la atmósfera externa.

El modelo de las tres zonas ambientales, generado para cuevas templadas también pudo reconocerse en la cueva de Los Laguitos. De estos tres microambientes, la zona umbral fue la más variable, por ser el espacio que esta en contacto directo con el medio externo. Este mismo comportamiento ha sido observado en otras cuevas estudiadas (Borda *et al.*, 2004; Di Russo *et al.*, 1999; Gamble *et al.*, 2000; Poulson & White, 1969). La zona de transición fue menos variable que la anterior, y su extensión está restringida a los alrededores del S3, sitio donde se localiza una constricción que funciona como obstáculo al libre intercambio de humedad y calor con el ambiente externo. Es interesante mencionar que en esta área es frecuente la condensación, sobretodo en los meses de invierno. Finalmente, la zona interna fue la más estable de las tres, por ser la más alejada de la única entrada y por la horizontalidad de la cueva (Badino, 1995).

Las variaciones mensuales de temperatura de la cueva las podemos relacionar con el tamaño de poblacional de los murciélagos. Por ejemplo, en los meses cuando se registró la menor temperatura, marzo y abril, la población de murciélagos fue menor. En cambio en

enero y noviembre cuando se registró la mayor temperatura la población de murciélagos fue la más grande. En relación con las variaciones de la humedad, notamos que la HR reveló cierto efecto del medio externo, en parte por las filtraciones que deben darse a través de la roca caliza durante el periodo de lluvias (Badino, 1995). Asimismo, hemos observado que durante una lluvia nocturna, los murciélagos regresan mojados a la cueva, lo que contribuye a elevar la HR en el interior de la misma.

Los cambios diarios observados en la temperatura y HR en el interior de la cueva, los podemos relacionar con la actividad diaria de los murciélagos y con el tamaño poblacional de estos (Baudinette *et al.*, 1994; Betts, 1997; Boada *et al.*, 2003; Burnett & August, 1981; Smith & Hill, 1984). Durante la noche cuando estos animales dejan la cueva para ir a forrajear, no todos los individuos lo hacen al mismo tiempo, ya que depende de la especie y del estado fenológico del individuo (Hill & Smith, 1974; Rodríguez-Durán & Lewis, 1987). En la cueva de Los Laguitos observamos que primero salen las especies insectívoras y una hora después lo hacen los frugívoros. Asimismo, el regreso a la cueva es variable y depende del éxito del forrajeo y del estado fenológico de los individuos (Anthony *et al.*, 1981). Por ejemplo, en el mes de octubre las hembras lactantes de *L. curasoeae* salen antes de las 19:00 hrs y regresan alrededor de las 23:00 hrs para darles de mamar a sus críos. De manera que las oscilaciones de la temperatura y HR observadas en el interior de la cueva durante la noche, depende de la cantidad de individuos que ocupan un determinado sitio durante este periodo (Boada *et al.*, 2003). Durante el día, después que todos los murciélagos han regresado a la cueva y ocupan sus respectivos sitios de percha,

primero notamos un aumento de la temperatura (06:00 hrs) como consecuencia de su presencia, pero tres horas después registramos una disminución constante hasta alcanzar un valor mínimo alrededor de las 15:00 hrs, lo que debe relacionarse con la disminución de su actividad, pues son las horas en las que estos animales descansan (Burnett & August, 1981). Al mismo tiempo que disminuye la temperatura, la HR aumenta, alcanzando su máximo valor alrededor de las 15:00 hrs. Esto debemos relacionarlo primero con la relación que guardan estas dos variables, pero también con la humedad que exhalan los murciélagos durante la respiración (Baudinette *et al.*, 1994). Al final de la tarde (18:00 hrs) la temperatura y la HR volvieron a incrementarse, lo cual puede relacionarse con el reinicio de las actividades de los murciélagos que consisten en interacciones sociales como el acicalamiento o interacciones agonísticas, así como vuelos de calentamiento antes de su salida nocturna (Anthony *et al.*, 1981; Baudinette *et al.*, 1994; Burnett & August, 1981; Hill & Smith, 1984).

No en todos los sitios la humedad relativa mantuvo su relación inversa con la temperatura, ya que hubo algunos donde las dos variables aumentaron al mismo tiempo. Esto último sólo puede explicarse por el reinicio de las actividades y la concentración poblacional que se da en algunos puntos (Baudinette *et al.*, 1994). Este fenómeno también ha sido observado en una cueva Australiana ocupada por *Miniopterus scheibersi* (Baudinette *et al.*, 1994), de manera que no es un fenómeno raro en las cuevas que son habitadas por murciélagos.

De las nueve especies de murciélagos que usaron la cueva de Los Laguitos, *M. megalophylla*, *P. davyi*, *P.*

parnellii, *P. personatus*, *N. stramineus*, *L. curasoae* y *B. plicata* son cavernícolas obligados, mientras que *Artibeus jamaicensis* y *Glossophaga soricina* son cavernícolas facultativos (Arita, 1993; Silva-Taboada, 1979). Las condiciones microclimáticas que ofrece la cueva son sin duda la principal razón por la cual estas especies habitan en la cueva, no obstante el disturbio al que es sometida esta cavidad, que consisten en visitas casi todos los fines de semana por parte de los lugareños. Poco se ha estudiado sobre el efecto que estas visitas ejercen sobre las poblaciones de murciélagos. Pero es sabido que *B. plicata* es una especie poco tolerante al disturbio. Esto lo hemos observado en esta cueva, ya que en 1995 y 1996 estimamos una población de cerca de 100 ejemplares de esta especie, sin embargo durante el 2001 la población no superó la docena de individuos.

El hecho de que una especie de murciélago sea cavernícola obligado no implica que pueda utilizar cualquier cueva disponible, pues entre estas existen diferentes condiciones microclimáticas. Por esta razón no todas las cuevas sirven de refugio a cualquier especie (Baudinette *et al.*, 1994). En el caso particular de las cuevas de calor, estos son sistemas poco abundantes que brindan refugio a especies que toleran las altas temperaturas y elevada humedad (Silva-Taboada, 1977). Los valores que estas dos variables alcanzan en la cueva corresponden a la banda termoneutral de los mormópidos, *L. curasoae* y *N. stramineus* (Bonaccorso *et al.*, 1992; Arends *et al.*, 1995), situación que les representa un ahorro de energía y humedad. En las Indias Occidentales la mayoría de las especies endémicas de la región son habitantes de este tipo de refugio (Rodríguez-Durán, 1998; Tejedor *et al.*, 2005). Sin embargo, para México aún falta determinar la importancia que tienen estas cuevas como

refugio para los murciélagos. Las cuevas de este tipo no son comunes, por lo tanto deben ser protegidas ante los disturbios humanos para asegurar su continuidad. Ya que si un ambiente de este tipo es alterado, la comunidad que la habita difícilmente continuará, ya que si existe una cueva con estas condiciones en áreas cercanas es probable que ya esté ocupada.

Conclusiones

Las lecturas de temperatura y humedad relativa de 20 sitios en la cueva de los Laguitos indican que la cueva hay tres zonas microambientales contrastantes: una zona umbral altamente variable, una de transición de variabilidad intermedia y una zona interna con cambios menos bruscos. La temperatura y la humedad relativa de la cueva fueron altas en comparación con las del medio externo, por lo cual ésta fue clasificada como una cueva caliente. Estacionalmente sólo la humedad relativa mostró influencia del medio externo, no obstante la mayor parte de la humedad y el calor de la cueva es consecuencia del metabolismo de los cerca de 100,000 murciélagos que la habitan. Los cambios diarios observados en las dos variables analizadas pueden relacionarse con el ritmo de actividad de los murciélagos. Finalmente consideramos que este tipo de ecosistemas deben ser protegidos porque no son abundantes y no cualquier organismo las puede habitar.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con el apoyo de la UAM-Iztapalapa. En el trabajo de campo participaron María Dolores Berinstain, Edelmira Heras, Alma X. Hernández, Rogelio Bautista, Humberto Rivera y Benjamín Vieyra. Nuestra estancia en Tuxtla Gutiérrez fue apoyada incondicionalmente por Marcelina Blas

(Marce) y toda su familia, quienes nos brindaron su casa en todo momento. El Dr. K. J. Sanderson de la Universidad Flinders, Australia, amablemente nos facilitó copias de sus artículos. El presente trabajo fue enriquecido por los comentarios de Anubis Molina.

Bibliografía

- Anthony, E.L.P., M.H. Stack & T.H. Kunz 1981.** Night roosting and the nocturnal time budget of the little brown bat, *Myotis lucifugus*: effects of reproductive status, prey density, and environmental conditions. *Oecologia*, 51: 151-156
- Arita, H.T. 1993.** Conservation biology of the cave bats of Mexico. *Journal of Mammalogy*, 74: 693-702.
- Badino, G. 1994.** Física del clima soterraneo. Memorie dell Instituto Italiano di Speleologia, Bologna, Serie II, 7:137 pp..
- Barr, T.C., Jr. 1967.** Observations on the ecology of caves. *The American Naturalist*, 101: 475-491.
- Baudinette, R.V., R.T. Wells, K.J. Sanderson & B. Clarck. 1994.** Microclimatic condtions in maternity caves of the bent-wing bat, *Miniopterus schreibersii*: an attempted restoration of a former maternity site. *Wildlife Research*, 21: 607-619.
- Betts, B. J. 1997.** Microclimate in Hell's Canyon mines used by maternity colonies of *Myotis*. *Journal of Mammalogy*, 78: 240-1250.
- Boada, C., S. Burneo, T. de Vries & T. Tirira. 2003.** Notas ecológicas y reproductivas del murciélago rostro de fantasma *Mormoops megalophylla* (Chiroptera: Mormoopidae) en San Antonio de Pichincha, Pichincha, Ecuador *Mastozoología Neotropical*, 10: 21-26.
- Bonaccorso, F.J., A. Arends, M. Genoud, D. Cantoni & T. Morton. 1992.** Thermal ecology of moustached and ghost-faced bats (Mormoopidae) in Venezuela. *Journal of Mammalogy*, 73: 365-378.
- Borda D., C. Borda & T. Tămas. 2004.** Bats, climate, and air microorganisms in a Romanian cave. *Mammalia*, 68: 337-343.
- Buecher, R.H. 1999.** Microclimate study of Kartchner caverns, Arizona. *Journal of Cave and Karst Studies*, 61: 108-120.
- Burnett, C.D. & P.V. August. 1981.** Time and energy budget for dayroosting in a maternity colony of *Myotis lucifugus*. *Journal of Mammalogy*, 62: 758-766.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2001.** Datos meteorológicos de la estación Tuxtla. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- de la Cruz, J. 1992.** Bioecología de la cuevas de calor. *Mundos Subterráneos*, 3: 7-21.
- Di Russo, C., G. Carchini, M. Rampini, M. Lucarelli & V. Sbordoni. 1999.** Long term stability of a terrestrial cave community. *International Journal of Speleology*, 26: 75-88.
- Forbes, J. 1998.** Air temperature and relative humidity study: Torgac Cave, New Mexico. *Journal of Cave and Karst Studie,s* 60: 27-32.
- Gamble, D.W., J.T. Dogwiler & J. Mylroie. 2000.** Field assessment of the microclimatology of tropical flank margin caves. *Climate Research*, 16: 37-50.

- Hill, J.E. & J.D. Smith. 1984.** Bats. A natural history. University of Texas Press, Austin, TX, USA.
- Kunz, T.H. & L.F. Lumsden. 2003.** Ecology of cavity and foliage roosting bats. In: T.H. Kunz & M. B. Fenton (eds.). Bat ecology. The University of Chicago Press, USA.
- Poulson, T.L. & W.B. White. 1969.** The cave environment. *Science*, 165:971-981.
- Rodríguez-Durán, A. 1998.** Nonrandom aggregations and distributions of cave-dwelling bats in Puerto Rico. *Journal of Mammalogy*, 79: 141-146.
- Rodríguez-Durán, A. & A.R. Lewis. 1987.** Patterns of population size, diet, and activity time for a multispecies assemblage of bats at a cave in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, 23: 352-360.
- Sanderson, K. & S. Bourne. 2002.** Cave temperatures at Naracoorte caves. *Helictite*, 38: 7-10.
- Sedgeley, J.A. 2001.** Quality of cavity microclimate as a factor influencing selection of maternity roosts by a tree-dwelling bat, *Chalinolobus tuberculatus*, in New Zealand. *Journal of Applied Ecology*, 38: 425-438.
- Silva-Taboada, G. 1979.** Los murciélagos de Cuba. Editorial Academia, La Habana, Cuba, 423 pp.
- Tejedor, A., V.C. Tavares & D. Rodríguez-Hernández. 2005.** New records of hot-cave bats from Cuba and the Dominican Republic. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, 39: 10-15.
- Tuttle, M. & D.E. Stevenson. 1978.** Variation in the cave environment and its biological implications. Pp. 108-121, In: R. Zuber, J. Chester, S. Gilbert & D. Rhodes (eds.) National Cave Management Symposium Proceedings. Adobe Press, Albuquerque, NM.

NORMAS EDITORIALES MUNDOS SUBTERRÁNEOS.

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

Todos los artículos formales deberán contener: Título, autor(es) institución(es) y dirección (es). Un resumen en Inglés (ABSTRACT) y otro en Francés (RÉSUMÉ), antecederán al texto (cada resumen con máximo de 10 líneas). Se aceptan artículos en Inglés o en Francés, en cuyo caso deberán contener un resumen en Español y otro en un idioma diferente del usado en el texto (Inglés o Francés), también se aceptan textos en portugués, conteniendo un resumen en español, y un abstract. Los artículos de investigación deberán incluir además: objetivos, materiales y métodos, resultados, discusiones, conclusiones, agradecimientos o reconocimientos (en caso necesario), e invariablemente bibliografía.

Los artículos deben ser originales y de calidad para elevar el prestigio de la revista, y no haber sido publicados parcial o totalmente en algún otro medio o revista. Los manuscritos deben ser preparados versión electrónica, utilizando como procesador Word for Windows, versión 3 o compatible, con interlineado a doble espacio, en letra Times New Roman, a doce puntos sin anotaciones entre líneas, con márgenes de 2.5 cm a cada lado, numerando todas las páginas en el margen

inferior derecho. No usar ningún formato especial. Los nombres científicos deberán escribirse con cursivas.

La primera página debe incluir el título en la parte superior escrito en mayúsculas. Dos espacios a bajo y centrado, el nombre completo del (de los) autor (es) escrito con mayúsculas y minúsculas, seguido de su (s) dirección (es), adecuadamente relacionadas con números cuando las direcciones sean diferentes. Invariablemente debe de ponerse una dirección o apartado postal, así como un correo electrónico del autor principal.

Las figuras, cuadros, fotografías y mapas serán enviados por separado del texto, así como sus pies de figuras o encabezados. Las ilustraciones se presentarán en un formato TIFF o JPG como archivos independientes, y su resolución debe ser de al menos 300 ppi. En caso de existir varias figuras, es recomendable organizarlas en láminas. Se debe indicar en el texto la posición de las mismas.

En el texto se deberán usar las abreviaturas oficiales en español: m (metro o metros) km (kilómetro o kilómetros), m snm (metros sobre el nivel del mar), EEUU (Estados Unidos), N (Norte), S (Sur), E (Este), W (Oeste). Los números del uno al once deberán ir con letra, y con cifras a partir del 12. Los miles deben ir separados por coma (47,300).

La literatura citada en el texto debe incluirse en la sección de bibliografía, en orden alfabético y cronológico. Cada una de las referencias incluirá los datos en el orden siguiente:

Libros:

Hoffmann, A., J.G. Palacios-Vargas & J.B. Morales-Malacara. 1986. Manual de Bioespeleología. UNAM, México. 274 pp.

Capítulos de libros:

Norton, R. A. 1990. Acarina: Oribatida, 779-803. In : Dindal, D. L. 1990- Soil Biology Guide. A. Wiley-Interscience Publication. 1209 pp.

Artículos:

Batalla Campero, D. & J. A. Montaña Hirose. 2009. Rabia Transmitida por murciélagos. *Mundos Subterráneos*, 20: 30-49.

Tesis:

García-Gómez, A. 2003. Contribución al conocimiento de los dipluros (Hexapoda: Diplura) en México. Tesis de Licenciatura, UNAM, México. 112 pp.

Resúmenes o memorias de congresos:

Estrada, D. & J. G. Palacios-Vargas. 2001. Biodiversity of terrestrial micrarthropods from Las Sardinias Cave, Tabasco, México. Abstracts XVI International Symposium of Bioloepology: 38-39.

Las secciones de un ensayo quedan a juicio del autor, pero deberán incluir: resumen, abstract (Inglés), introducción, discusión, conclusiones, agradecimientos y bibliografía.

El Comité Editorial determinará si el artículo es de interés para su publicación y lo enviará a uno o dos especialistas nacionales o extranjeros para tener un criterio de evaluación.

Mundos Subterráneos no imprime separatas, por lo que solamente se obsequiará un ejemplar a cada uno de los autores de artículos. La revista es distribuida por intercambios a numerosas bibliotecas de la especialidad y está registrada en Zoological Records.

Toda correspondencia relativa a suscripciones, canje y presentación de originales deberá dirigirse al Dr. José G. Palacios Vargas, Lab. Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Depto. de

Ecología y Recursos Naturales, Fac. Ciencias, UNAM 04510 México, D. F. E-mail: trogolaphysa@hotmail.com.

CUOTAS DE SUSCRIPCIÓN

Nacional: \$ 50.00. Extranjero: Norteamérica, 10.00 dólares. Fuera de Norteamérica, 20.00 dólares, incluye costo de envío por correo de superficie.

PATROCINADORES

UNIÓN MEXICANA DE AGRUPACIONES ESPELEOLÓGICAS, A. C. FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

Normas de la presentación de artículos (Instrucciones para los autores)

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

Todos los artículos formales deberán contener: Título, autor(es) institución(es) y dirección (es). Un resumen en Inglés (ABSTRACT) y otro en Francés (RÉSUMÉ), antecederán al texto (cada resumen con máximo de 10 líneas). Se aceptan artículos en Inglés o en Francés, en cuyo caso deberán contener un resumen en Español y otro en un idioma diferente del usado en el texto (Inglés o Francés), también se aceptan textos en Portugués, conteniendo un resumen en español, y un abstract. Los artículos de investigación deberán incluir además: objetivos, materiales y métodos, resultados, discusiones, conclusiones, agradecimientos o reconocimientos (en caso necesario), e invariablemente bibliografía. Los artículos deben ser originales y de calidad para elevar el prestigio de la revista, y no haber sido publicados parcial o totalmente en algún otro medio o revista. Se deben seguir cuidadosamente las normas editoriales que aparecen a partir de este número de la revista. El Comité Editorial determinará si el artículo es de interés para su publicación y lo enviará a uno o dos especialistas nacionales o extranjeros para tener un criterio de evaluación.

Mundos Subterráneos no imprime separatas, por lo que solamente se obsequiará un ejemplar a cada uno de los autores de artículos. La revista es distribuida por intercambios a numerosas bibliotecas de la especialidad y está registrada en Zoological Records. Toda correspondencia relativa a suscripciones, canje y presentación de originales deberá dirigirse al Dr. José G. Palacios Vargas, Lab. Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Depto. de Ecología y Recursos Naturales, Fac. Ciencias, UNAM 04510 México, D. F. E-mail: trogolaphysa@hotmail.com.



UMAE