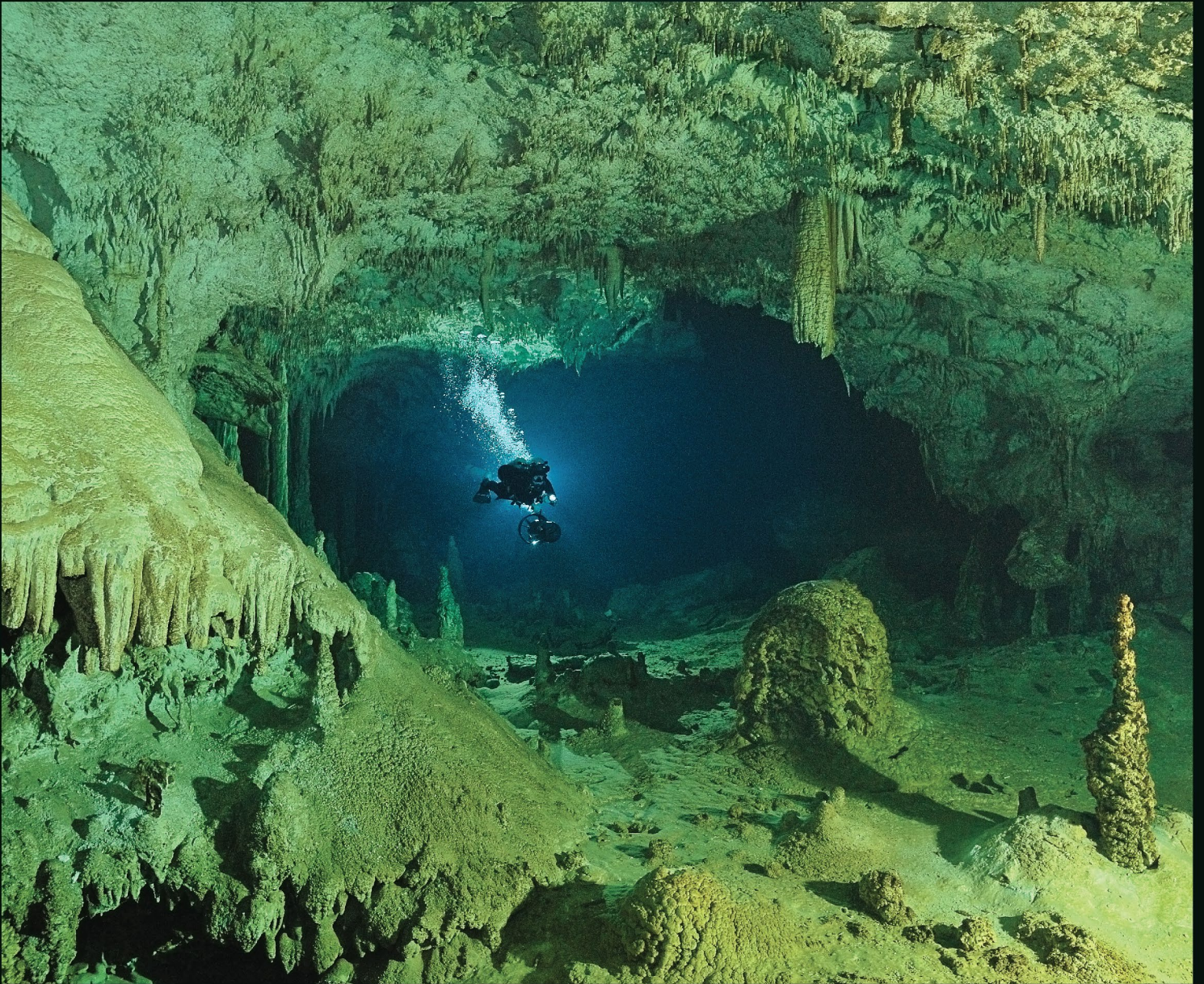


MUNDOS SUBTERRÁNEOS

Número 32-33

2022
2023

ISSN 0188-6215



Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas, A.C.

Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas A.C.

PRESENTACIÓN EDITORIAL

Un nuevo número de *Mundos Subterráneos* sale a la luz para demostrar una vez más la enorme calidad de los trabajos que la comunidad espeleológica mexicana realiza día con día, así como la riqueza del paisaje subterráneo que posee nuestro país y que continúa enamorando a espeleólogos de todo el mundo al punto de hacerlos cruzar el océano o recorrer miles de kilómetros con el fin de explorar nuestras maravillosas cuevas. Sí, *nuestras* cuevas, porque, aunque nosotros somos los huéspedes en sus misteriosos pasajes, son ellas las que habitan de manera innegable una buena parte de nuestros pensamientos recurrentes.

Sea cual se la razón por la que cada uno decidió convertirse en espeleólogo, todos coincidimos en la importancia que tiene la conservación de los ambientes subterráneos para el equilibrio ecológico del planeta en el que vivimos; también compartimos la certeza de que la difusión del conocimiento sobre el entorno cavernario es indispensable para lograr una concientización de las autoridades y público en general al respecto.

Además de contribuir con la difusión del valor ambiental de las cuevas, es fundamental que la comunidad espeleológica cuente con una preparación teórica y técnica adecuada. Dado que en México existen diversos grupos de espeleología recreativa, la unificación de sus estrategias de enseñanza en un modelo educativo nacional impulsaría el desarrollo de esta disciplina. Analizando los modelos de educación espeleológica de las federaciones y sociedades de mayor renombre, la primera colaboración de este número propone un plan educativo diseñado especialmente para nuestro país y que, entre otras interrogantes, responde al cuestionamiento de ¿para qué enseñar espeleología?

MESA DIRECTIVA 2022 – 2025

PRESIDENTA

Yazmín A. Barragán Ahumada

VICEPRESIDENTE

Homero Reséndiz

SECRETARIO

Enrique Méndez Torres

TESORERA

Alma Jiménez

VOCAL A

Isabel Grajales

VOCAL B

Aida Sida

COMISIONES

Informática:

Roberto Daniel Jauregui Villarreal
Fermín Teuctzintli Vázquez Pérez
Erick Castillo de la Garza
Clément Jean Marie Ronzon

Administrativa:

Carolina Camacho Morales

Vacantes:

Preservación y Sostenibilidad
Científica
Difusión
Bibliografía

COMITÉ EDITORIAL

Editora general:

Susana Alejandra Mendoza Contreras

Editor adjunto:

Luis Omar Calva Pérez
Enrique Méndez Torres

Editor de diseño:

Miguel Ángel Cervantes Chavero



Posteriormente, se presentan dos investigaciones enfocadas en el campo de la biología. La primera, como resultado de la exploración del Pozo La Escondida, logró la identificación de más de 20 especies de orbátidos nunca antes registradas en el estado de Colima; la segunda, trabajo desarrollado en el marco del Año Internacional de las Cuevas y el Karst (IYCK), muestra una descripción de El Volcán de los Murciélagos, en Calakmul, Campeche, cueva que alberga una población estimada de más de tres millones de murciélagos.

Continuando en la zona de la Península de Yucatán, las Sociedades Espeleológicas Checa y Eslovaca comparten una reseña de exploración en Quintana Roo, la cual es resultado de casi 20 años de trabajo. La exploración de cientos de cenotes en la zona suma 138 km de longitud que resguardan importantes hallazgos paleontológicos. Después, se presentan dos topografías de Actún Loltún (Grutas de Loltún), en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán, como una prueba más de la vastedad de las cuevas de la región.

Para finalizar, se expone un resumen de las actividades realizadas por la delegación mexicana en el XVIII Congreso Internacional de Espeleología, con sede en la ciudad de Savoie Mont Blanc, Francia, del 24 al 31 de julio del 2022. En dicho evento, los mexicanos no sólo pudieron convivir y compartir experiencias con colegas de otros países, sino que también participaron como ponentes y mostraron dos proyectos elaborados en Sonora y San Luis Potosí a manera de cortometraje, uno de ellos, resultó ganador del primer lugar en la categoría Amateur del UIS Film Festival.

Esperamos que disfruten esta nueva edición y que al leer cada una de las colaboraciones que la integran se fortalezca ese compromiso no escrito de ser parte del desarrollo y fortalecimiento la disciplina que amamos, y, por supuesto, de nuestra revista.

Comité Editorial

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.

CONTENIDO

Investigación

MARCO DE EDUCACIÓN PARA GRUPOS DE ESPELEOLOGÍA RECREATIVA EN MÉXICO 01

Argelia Tiburcio Sánchez e Israel Huerta-Ibarra

NUEVOS APORTES SOBRE LOS ORIBÁTIDOS (ACARI: ORIBATEI) DEL POZO LA ESCONDIDA, CERRO GRANDE, COLIMA, MÉX. 17

Ricardo Iglesias y José G. Palacios-Vargas

UNA MIRADA AL INTERIOR DE LA CUEVA “EL VOLCÁN DE LOS MURCIÉLAGOS”, CAMPECHE, MÉXICO 26

Jorge A. Vargas-Contreras y Griselda Escalona-Segura

Exploración

TWENTY YEARS OF SPELEOLOGICAL EXPLORATION BY CZECH AND SLOVAK SPELEOLOGICAL SOCIETIES IN CAVE SYSTEMS IN QUINTANA ROO, MEXICO 28

Zdeněk Motyčka

Topografía

GROTTES DE LOLTÚN 49

Christian Thomas

ACTÚN LOLTÚN (GRUTAS DE LOLTÚN), MUNICIPIO DE OXKUTZCAB YUCATÁN, MÉXICO 50

William R. Elliot

Reporte de actividades

ACTIVIDADES DE LA DELEGACIÓN MEXICANA EN EL XVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE ESPELEOLOGÍA, FRANCIA 51

María de los Ángeles Verde Ramírez y Alma Jiménez Terán

**MARCO DE EDUCACIÓN PARA GRUPOS DE ESPELEOLOGÍA
RECREATIVA EN MÉXICO**

**EDUCATION FRAMEWORK FOR RECREATIONAL CAVING
GROUPS IN MEXICO**

Argelia Tiburcio Sánchez^{1,2} e Israel Huerta-Ibarra³

¹*Instituto Tecnológico Superior de Cajeme – CONACYT. Ciudad Obregón, Sonora, México.*

²*Centro de Estudios Kársticos La Venta. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.*

³*Instituto Politécnico Nacional, Centro de Vinculación y Desarrollo Regional Cajeme.
Ciudad Obregón, Sonora, México.*

Resumen

La educación espeleológica impartida en grupos recreativos en México se caracteriza por ser heterogénea y fragmentada, ya que no existen programas, contenidos y metodologías comunes. Con el fin de generar discusión, intercambio de ideas y consensos sobre el tema, se presenta una estructura para la impartición de educación en espeleología en México. Se propone un procedimiento para la conformación de un Comité Educativo y un Sistema Educativo Espeleológico Nacional, así como las propuestas de los cursos que lo conformarían. Esta propuesta busca responder a las preguntas ¿dónde educar?, ¿con quién educar?, ¿cuándo educar?, ¿qué enseñar?, ¿para qué enseñar?, ¿cómo enseñar?, ¿qué, cuándo y cómo evaluar el aprendizaje?, con la finalidad de contribuir en la mejora y sistematización de la enseñanza de la espeleología en los grupos recreativos del país.

Palabras clave: educación espeleológica, modelo educativo, currículo deportivo, sistema educativo.

Abstract

Speleological education taught in recreational groups in Mexico is characterized by being heterogeneous and fragmented since there are no common programs, contents and methodologies. In order to generate discussion, exchange of ideas and consensus on the subject, a structure for the delivery of caving education in Mexico is presented. A procedure is proposed for the formation of an Educational Committee and a National Speleological Educational System, as well as the proposals of the courses that would make it up. This proposal seeks to answer the questions Where to teach?, Who to teach with?, When to teach?, What to teach?, Why to teach?, How to teach?, What, when and how to evaluate learning? And thus, contribute to the improvement and systematization of the teaching of caving in recreational groups of our country.

Keywords: speleological education, educational model, sports curriculum, educational system.

INTRODUCCIÓN

A partir de un estudio previo sobre la educación impartida en los grupos espeleológicos recreativos en México (Tiburcio et al., 2021) se concluyó que la educación espeleológica se caracteriza por su heterogeneidad y fragmentación, puesto que en ella aún no existen aún programas, contenidos y metodologías comunes.

Por otra parte, en años recientes, la incursión de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) se ha incrementado y ha influido de manera importante en el modo en la que la educación se ha orientado (Coll y Rivera-Vargas, 2019; Alexander et al., 2019). Con el confinamiento originado por la pandemia de COVID-19, la educación ha sufrido otros cambios en la forma en que los contenidos son presentados a los estudiantes y en las interacciones entre los involucrados en el proceso de aprendizaje (UNESCO, 2020). Lo anterior ha facilitado la interacción a distancia y la aceptación de esta forma de trabajo por parte de la sociedad (Schawab y Malleret, 2020), de tal forma que hoy en día ya es una realidad la telepresencia en diversos procesos sociales, incluida la educación.

La educación espeleológica impartida en grupos espeleológicos recreativos también ha resultado afectada por el fenómeno anterior, modificando la forma en que se realizaba esta actividad. En estas circunstancias, se busca generar una reflexión sobre las características que podría tener un currículo educativo para estos grupos de acuerdo con las visiones existentes actuales, las particularidades del ejercicio espeleológico y la actual organización de esta actividad en México, tomando como herramienta las TIC en educación.

En años recientes, se ha llamado a dar una mayor “profundidad cultural” al mundo espeleológico (Badino, 2017), es decir, que las cuevas y todos los elementos que las rodean tengan presencia en las actividades cotidianas de la sociedad, lo que esto podría ser impulsado fortaleciendo la formación de nuevos espeleólogos. En este contexto, el año 2021 se ha denominado como el Año Internacional de las Cuevas y el Karst por la UNESCO (UIS, 2021).

Como resultado de lo anterior, surge el presente trabajo, que busca contribuir con propuestas encaminadas a desarrollar un marco educativo común en los grupos espeleológicos recreativos, con el fin de que sean discutidas y analizadas por la comunidad espeleológica en México e incluso, otros países latinoamericanos con una actualidad espeleológica educativa semejante.

ANTECEDENTES

Según los resultados del trabajo de Tiburcio et al. (2021), se puede decir que la educación espeleológica en los grupos recreativos en México tiene las siguientes características generales:

1. Sólo el 69 % de los grupos de espeleología recreativa tienen como objetivo brindar educación organizada y en forma periódica a los nuevos miembros.
2. En promedio, los grupos que buscan brindar educación formal tienen poco tiempo haciéndolo (11.4 años).
3. Los grupos tienen pocos miembros (12.5 en promedio) y existen grupos en menos de

la mitad de las entidades federativas del país, aunque esto se puede entender porque no en todo el territorio nacional se presenta fenómeno kárstico considerable.

4. Existe vinculación con instituciones de educación, ya que el 69% de los grupos presentan alguna relación con estas.

5. Solo un grupo cuenta con una estructura y organización formal de cursos y menos de la mitad de los grupos tienen cada curso con una estructura establecida, es decir, hace falta trabajo en la organización de un currículo de los cursos.

6. El promedio de número de instructores es de 5 por grupo. Es decir, hay relativamente pocas personas que se consideran aptas para impartir educación a los interesados. La característica más común para considerar que alguien puede ser instructor es la “experiencia”.

7. Los cursos básicos o de iniciación que se imparten tienen una duración promedio de 80 horas. El conocimiento que, generalmente, más grupos buscan que los alumnos adquieran es la autonomía en cuerda y el tópico que es incluido por el mayor número de grupos es la seguridad.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la propuesta presentada en este trabajo se empleó la siguiente metodología.

a) Se revisaron modelos de educación espeleológica recreativa a nivel internacional en sitios web de las federaciones o sociedades de espeleología; en el sitio de la *Union Internationale de Spéléologie* (UIS) y en las bases de datos de *Web of Science* y *Scopus* se

realizaron búsquedas de artículos que hablaran sobre la forma en que está organizada la educación espeleológica de grupos recreativos en diversos países. Se emplearon los términos “Educación espeleológica”, “Organización de educación espeleológica” y “Escuela de espeleología” tanto en inglés como en español.

b) Se revisaron las condiciones en las que se históricamente han operado los grupos de espeleología recreativa y cómo se ha impartido la educación. Esto a partir de entrevistas que se habían realizado a representantes de cada grupo como parte de un trabajo previo (Tiburcio et al., 2021).

c) Con elementos anteriores y la experiencia adquirida en el campo de la educación espeleológica, se generó la propuesta descrita en el presente trabajo, enmarcada dentro del currículo de enseñanza mencionado por Coll (2013).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Educación espeleológica en otros países

Se realizó una revisión sobre la educación en espeleología, desde la perspectiva recreativa-deportiva, en otros países con el fin de tener un panorama del avance en el país. La recopilación se centró en Europa y Estados Unidos por la influencia que han tenido en México. Se ubicaron pocos trabajos que aborden el tema (por ejemplo, el de Waele, 2010; Figueiredo, 2014; Fernández-Espada, 2008; Baena y Granero, 2009; Gioia, 2001; Gómez-Ramírez, 2013; Escarvajal-Rodríguez y Baena-Extremera,

2016, y Hegedús, 2017), sin embargo, es posible encontrar información sobre la manera en cómo se gestiona la educación a través del sitio web de federaciones nacionales y entrevistas con actores claves como López-Tercero y Myers.

En la Tabla 1 se presenta una comparativa entre aspectos educativos presentes en cinco países con notable organización espeleológica. En dicha tabla se muestran los organismos rectores de la espeleología y de la educación espeleológica; la existencia de una escuela nacional entendida como el ente a través del cual se imparte educación espeleológica a cualquier interesado bajo el mismo esquema homogéneo; los contenidos comunes de educación para los

grupos afiliados al organismo rector que puedan impartirse en los cursos; la figura de instructor nacional que, debido a la homologación de conocimiento, pueda impartir instrucción en diversos clubes; los cursos que se imparten a los interesados de todo el país y si existe material didáctico generado por el organismo que se comparta entre todos los grupos afiliados.

Es necesario especificar que, en el caso de los instructores de los países pertenecientes a la Unión Europea, al estar regulados por la normatividad que reglamenta a los técnicos deportivos, puede considerarse que tienen el carácter de instructores nacionales.

Tabla 1. Comparativa de la educación espeleológica de países europeos, Estados Unidos y México.

	España	Italia	Francia	Inglaterra	Estados Unidos	México
Organismo Rector	Federaciones de cada una de las regiones autónomas	Societa Speleologica Italiana (SSI)	Fédération Française de Spéléologie (FFS)	British Caving Association (BCA)	National Speleological Society (NSS)	Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas (UMAE)
Organismo Rector de la Educación Espeleológica	Comisiones de Educación de las Federaciones Regionales	Commissione Nazionale Scuole di Speleologia	École Française de Spéléologie	-	-	-
Escuela Nacional de Espeleología	No	Sí	Sí	No, sólo plan de entrenamiento	No	No
Contenidos Comunes	No	Sí	Sí	No	No	No
Instructores Nacionales	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No
Cursos Nacionales	Sí es posible	Sí	Sí	Sí	No	Sólo de rescate
Material Didáctico Común	Sí	Sí	Sí	No	No	No

Fuente: SSI, 2020; FFS, 2020; BCA, 2020; NSS, 2020.

Consideraciones actuales de la educación y su impacto en la educación espeleológica en grupos recreativos

Al hablar de un “marco de educación” surge la pregunta de si esto es necesario en el país. La conformación de un marco de educación puede ser interpretado como la “estandarización” de la educación. La literatura menciona aspectos positivos de este fenómeno, como la promoción del aprendizaje de profesores, la no limitación a un contexto, su carácter específico y la facilitación de la evaluación, por mencionar algunos (Ingvarson y Kleinhenz, 2006); y negativos, como la descontextualización, fragmentación del conocimiento o reducción de la actividad del docente a actividades técnicas (Niño y Gama, 2013). En el presente trabajo no se pretende buscar la estandarización con el fin de medir o imponer un modelo a todos los participantes sin considerar el contexto de cada región y aún de cada grupo espeleológico, sino facilitar y fortalecer las actividades de enseñanza a través de la integración de la comunidad y asegurar un mínimo de conocimientos sin que

estos sea tomado como una imposición. Lo anterior, además, se determina necesario al comprender el escaso núcleo de instructores y capacidades en los diversos grupos, como ya se ha mencionado con anterioridad. Logrando la unificación se podría contribuir a un mayor desarrollo de la educación espeleológica en los grupos recreativos y, en consecuencia, en la sociedad.

Casassus (1997) menciona cuatro conceptos básicos en el proceso de aprendizaje (Figura 1), en los que concibe el proceso educativo como aquel que puede modelar el ámbito identificado como “escolar” de un sujeto. De acuerdo con este modelo, el marco que se propone está enfocado a modelar las “competencias”, considerando que las aptitudes y capacidades son propias del individuo y que la destreza se logrará sólo con la práctica regular de la actividad, en este caso, la espeleología.

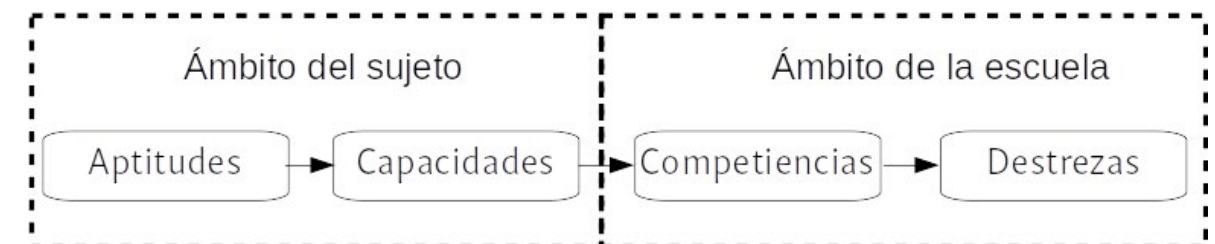


Figura 1. Ámbitos y elementos en la educación. Modificado de Casassus (1997).

Modelo propuesto

El currículo propuesto busca responder a las preguntas que especialistas en educación (Coll, 2013) han descrito como claves para la elaboración de un plan educativo: a) ¿dónde y con quién educar?, b) ¿cuándo educar?, c) ¿qué enseñar?, d) ¿para qué enseñar?, e) ¿cómo enseñar?, y f) ¿qué, cuándo y cómo evaluar el

aprendizaje? Considerando estas preguntas como guía se desarrollaron los siguientes elementos del currículo para finalmente ser capaces de establecer una respuesta a las interrogantes planteadas. En la Figura 2 se presentan los componentes que integran el modelo.

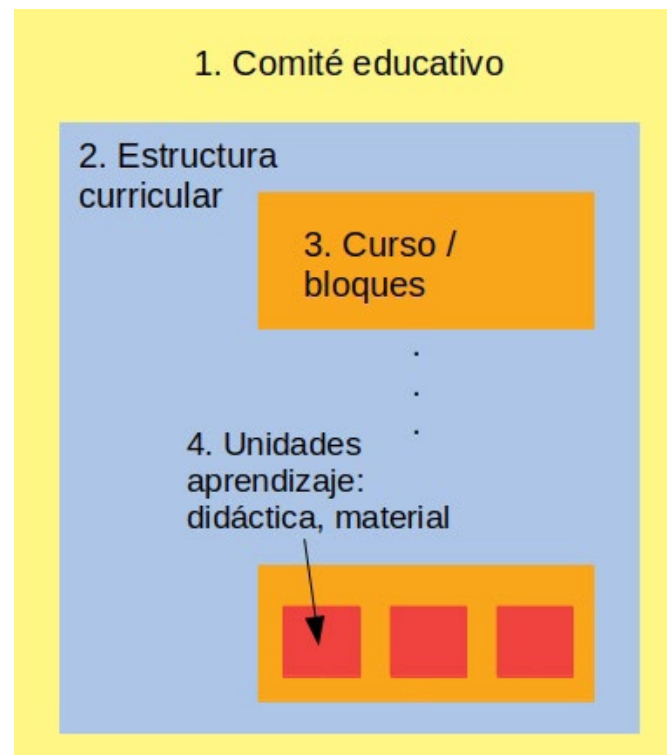


Figura 2. Componentes del currículo educativo propuesto para la educación espeleológica.

1. Comité Educativo

El Comité Educativo (CE) se encarga de definir la estructura curricular, fijar los bloques que lo componen y las unidades de aprendizaje respectivas en una etapa inicial. También define el calendario de cursos y mantiene un catálogo de instructores. Es la máxima autoridad que coordina todos los trabajos relacionados con la

educación en los grupos recreativos. Se propone una composición conformada por una o dos personas propuestas por el consejo directivo, más un representante de cada uno de los grupos afiliados. Los conformantes del comité deben ser personas con la experiencia en educación espeleológica más amplia posible.

2. Estructura curricular (Sistema Espeleológico Educativo Nacional, SEEN)

Se proponen dos conjuntos de cursos: básicos y especializados. La Figura 3 muestra una primera

propuesta sobre estos bloques y una manera en la que podrían integrarse.

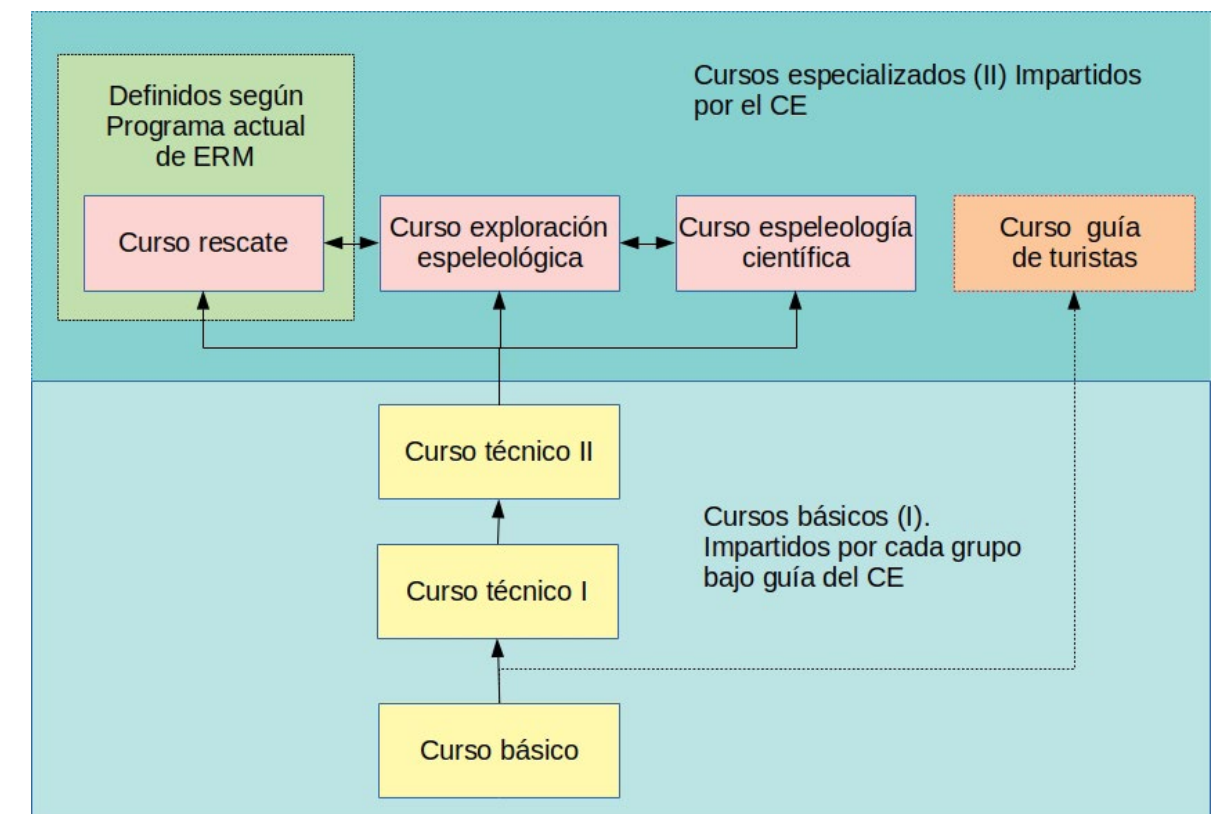


Figura 3. Propuesta de bloques de la estructura curricular por el Sistema Espeleológico Educativo Nacional.

3. Cursos del SEEN

La propuesta del SEEN considera la impartición de cursos por bloques. En la Tabla 2 se presentan los bloques propuestos para un Curso Básico (I) y en la Tabla 3 se presentan los bloques

propuestos para los Cursos Especializados (II). Cada curso está conformado por unidades de enseñanza-aprendizaje (UEA).

Tabla 2. Propuesta de bloques para Cursos Básicos Tipo I por el Sistema Espeleológico Educativo Nacional.

<p align="center">Curso Básico (CB)</p> <p>Proporcionar a los estudiantes conocimientos básicos sobre el medio cavernario para que puedan visitar una cueva con seguridad y con las mínimas afectaciones al entorno.</p> <p>UEA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos básicos de orientación, uso de carta topográfica y orientación • Conceptos básicos del medio ambiente cavernario • Medio ambiente cavernario, ecología e importancia biológica • Procesos de formación de cuevas • Equipo técnico personal y su utilización para progresión vertical y horizontal en cuevas • Técnicas de progresión básicas en progresión horizontal y vertical en cuevas • Normas de seguridad y primeros auxilios 	<p align="center">Curso Técnico I (CTI)</p> <p>Que los estudiantes perfeccionen sus habilidades de progresión vertical y horizontal y aprendan elementos para organizar excursiones espeleológicas.</p> <p>UEA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Topografía en cuevas • Equipo colectivo • Cuerdas y nudos • Organización de excursiones • Progresión vertical en cuevas • Cursos de agua en las cuevas y su progresión • Alimentación y entrenamiento en espeleología • Normas de seguridad y primeros auxilios
<p align="center">Curso Técnico II (CTII)</p> <p>Que las personas que realizan el curso perfeccionen las habilidades técnicas para progresión en cuevas y adquieran conocimiento de aspectos teóricos espeleológicos.</p> <p>UEA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalación de cuerdas • Fuerzas en cuerdas • Poleas • Antropología y arqueología en cuevas • Campamentos en cuevas • Protocolos de emergencias 	

Tabla 3. Propuesta de bloques para Cursos Especializados Tipo II por el Sistema Espeleológico Educativo Nacional.

<p align="center">Curso Rescate (CR)</p> <p>Que los estudiantes sepan actuar en caso de un accidente en cueva. Este curso sería impartido por ERM y se incluirían los niveles que ya están definidos, con sus objetivos, calendario y forma de trabajo.</p> <p>UEA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las especificadas por ERM 	<p align="center">Curso Guía de Turistas (CGT)</p> <p>Brindar formación básica a las personas que trabajan como guía en cuevas turísticas y que al concluir el curso tengan la facilidad para certificarse por la norma NOM-09-TUR-2002.</p> <p>UEA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquellas consideradas por la norma NOM-09-TUR-2002 para espeleismo
<p align="center">Curso Exploración Espeleológica (CEE)</p> <p>Que los estudiantes adquieran elementos para participar en exploraciones espeleológicas.</p> <p>UEA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de campo y gabinete en la elaboración de una topografía espeleológica • Organización de expediciones espeleológicas • Bases de datos, generación de información y elaboración de reportes de actividades espeleológicas • Psicología en expediciones • Fotografía espeleológica 	<p align="center">Curso Espeleología Científica (CEC)</p> <p>Brindar a los estudiantes elementos que les permitan auxiliar o liderar trabajos de alguna disciplina científica con interés en las cuevas.</p> <p>UEA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geología • Biología • Antropología • Arqueología • Climatología • Dispositivos electrónicos auxiliares en la espeleología

4. Unidades de aprendizaje

Para cada uno de los bloques se definen las unidades de enseñanza-aprendizaje que los conforman. Las Tablas 2 y 3 presentan las UEA propuestas para los cursos mencionados. Además, para cada una de las UEA se define la metodología de enseñanza y se desarrolla el material didáctico que se utilizará.

En resumen, la Tabla 4 presenta las etapas que podrían conformar el establecimiento del modelo educativo junto con los responsables de dirigir cada de ellas. Una vez que se han presentado los componentes del modelo, es posible responder a las preguntas planteadas previamente.

Tabla 4. Etapas propuestas para establecer un marco común educativo para grupos espeleológicos recreativos.

Etapa	Componentes desarrollados	Responsable
1	Consejo Educativo (CE). Conformación inicial. Se designa responsable de convocar y desarrollar el plan para conformar el modelo educativo.	Autoridad competente o a quien esta designe.
2	Invitación a representantes de todos los grupos e integración al CE. Invitación a personas que se considere puedan aportar al trabajo. Definición de reglas de operación del CE.	CE
3	Sistema Espeleológico Educativo Nacional (SEEN). Definición de sus bloques conformantes y su tipo [Tipo I (básico) o Tipo II (especializado)].	CE
4	Unidades de enseñanza aprendizaje (UEA) de cada bloque del SEEN. La UEA es un tema que puede dividirse en subtemas y que aportará a los alumnos conocimiento dentro de un curso.	CE
5	Herramientas, tecnologías y metodologías que se utilizarán en cada UEA.	CE
6	Material didáctico y contenidos empleados en cada UEA.	CE
7	Calendario de bloques Tipo I y II del SEEN.	CE
8	Inclusión de instructores por cada grupo.	CE a través de representantes de grupo.

Consejo Educativo (CE); Sistema Espeleológico Educativo Nacional (SEEN).

• ¿Dónde y con quién enseñar?

El modelo, como ya se mencionó, está integrado por dos tipos de cursos, básicos (I) y especializados (II). Los cursos básicos se imparten en cada uno de los grupos afiliados a la UMAE que se declaren competentes y con

interés en esta tarea. La UMAE se encargaría de definir si existen y cuáles son los criterios para aceptar que existe competencia en un grupo, aunque estos criterios podrían irse fortaleciendo según se desarrollen las capacidades en la

espeleología nacional. Cada curso se imparte con el cuerpo de instructores de cada grupo, siguiendo su calendario y con recursos materiales y particularidades contextuales en cada caso. Se sigue un objetivo, contenido temático y didáctica de enseñanza generado por la UMAE a través del CE. Es recomendable compartir material didáctico, así como la interacción con instructores de otros grupos o prácticas en las que se intercambien experiencias entre dos o más agrupaciones. En estos cursos se busca que los estudiantes conozcan un conjunto de conceptos y desarrollen habilidades básicas, además del interés y gusto por la actividad, esto bajo un esquema apoyado y reconocido por la UMAE.

Los cursos especializados están destinados a profundizar en el estudio de temas que son de interés para las personas que ya han practicado la espeleología y buscan realizar trabajo en un ámbito en particular. Considerando que, según los datos presentados previamente, en México existe una comunidad espeleológica reducida, se sugiere que dichos cursos cuenten con un instructor del grupo en quien recaerá la planeación, impartición de clases, supervisión y acompañamiento del alumnado. Para enriquecer la experiencia es conveniente la participación complementaria de instructores de los grupos con mayor experiencia para el apoyo de la actividad, ya sea de manera presencial o virtual. También es aconsejable, para enriquecer el aprendizaje y maximizar el uso de recursos materiales y humanos, la interacción de dos o más grupos en las prácticas, siempre que el número sea manejable.

El temario, apoyo didáctico y metodología

es también propuesta por la UMAE. Por su naturaleza, estos cursos, en sus primeras versiones, se podrían dar en forma regional, fomentando así la participación de espeleólogos de varias entidades federativas cercanas.

• ¿Cuándo enseñar?

Los cursos Tipo I serán impartidos en los periodos que cada grupo defina según sus propios calendarios y formas de trabajo. Los cursos Tipo II se impartirán en fechas definidas por el CE, según la disponibilidad de recursos y tipo de formación a brindar. En ambos casos, el calendario es conocido por el CE para mejorar la organización y brindar soporte cuando sea requerido.

• ¿Qué enseñar?

Los cursos Tipo I pretenden cubrir conceptos básicos y generales de espeleología, se centran en transmitir técnicas para desplazarse con seguridad dentro de una cueva, así como curiosidad y gusto por el ambiente cavernario y su contexto, esto a través de la comprensión de conceptos geológicos, biológicos, culturales, entre otros. Conocer los principios básicos de orientación y de primeros auxilios.

Los cursos Tipo II abordan con mayor nivel de profundidad un tópico espeleológico y están dirigidos a personas que ya tienen experiencia en el ambiente cavernario con interés en continuar explorando o realizando trabajos en áreas como topografía, geología, exploración, colecta, arqueología, fotografía, entre otros. También continúa la formación en atención de emergencias y los protocolos a seguir.

• ¿Para qué enseñar?

Los cursos Tipo I buscan fomentar el interés y conocimiento del mundo cavernario, desde las perspectivas geológica-geográfica, biológica, cultural y turística entre la población general y futuros guías en regiones donde exista este interés en particular. Lograr la comprensión de las cuevas y su contexto biológico y cultural, mostrar a la sociedad la importancia de estos ambientes y los ecosistemas favoreciendo su conservación, así como hacer uso seguro de los espacios en las visitas realizadas.

Los cursos Tipo II están encaminados a que los estudiantes adquieran habilidades especializadas en los puntos ya mencionados y puedan así contribuir a una comprensión más profunda del fenómeno espeleológico a través de una participación activa.

• ¿Cómo enseñar?

Se propone que la enseñanza se realice de la siguiente manera bajo la guía presencial de instructores.

- A través de la participación del interesado en un grupo donde ya se practique la actividad espeleológica en forma organizada.
- En los cursos pertinentes, a través de la presentación de conceptos y explicaciones en forma directa o a distancia, auxiliándose de las TICs, para su posterior observación en campo cuando se encuentren en forma remota los instructores, alumnos o se considere pertinente esta forma de comunicación.
- Conociendo y ejercitando las técnicas de progresión en cuerda en forma continua y supervisada hasta mostrar un grado de comprensión y dominio acorde al nivel específico.

- A través de la participación en actividades con el grupo en ambientes controlados y naturales según los objetivos particulares de cada sesión y el nivel del curso en cuestión.

• ¿Qué, cuándo y cómo evaluar?

La evaluación tendría por objetivo ayudar a los propios estudiantes a determinar su grado de avance más que limitar o medir sólo por medir lo que han logrado.

- La comprensión de los conceptos presentados luego de un bloque determinado.
- La comprensión y ejecución autónoma de una técnica.
- Evaluación a partir de observación o demostración de suficiencia de forma individual y a partir del avance particular de cada alumno y no de un “modelo estándar”, es decir, no aplicar el mismo criterio para cada alumno, si no de nivel de avance logrado a partir de su punto de partida.

Modelo de enseñanza

Se propone que los cursos Tipo I: Curso Básico (CB), Curso Técnico I (CTI) y Curso Técnico II (CTII), sean impartidos en cada grupo con su propio cuerpo de instructores, pero de acuerdo con el currículo generado por el Consejo Educativo (CE) y, por supuesto, adaptado al contexto local de la región y el propio grupo.

Se considera que los cursos de Tipo II: Curso Guía de Turistas (CGT), Curso Exploración Espeleológica (CEE) y Curso de Espeleología Científica (CEC), también sean impartidos en cada grupo, pero con la participación, supervisión y acompañamiento del cuerpo de instructores del

CE, ya sea en forma presencial o virtual, pero aún con la supervisión directa de los instructores del propio grupo. En este rubro es posible explorar opciones como la integración de dos o más grupos en un curso único, pero esto queda sujeto a la situación técnica y social de cada periodo de generación de cursos. En este tipo de cursos, la excepción es el Curso de Rescate, que sería recomendable continuara operando como lo ha establecido Espeleo Rescate México (ERM, 2021) y que ha funcionado satisfactoriamente según la percepción de la comunidad.

Para facilitar la distribución de material didáctico, mantener un seguimiento de cada espeleólogo y facilitar la administración y sistematización de los cursos, se propone la utilización de un sistema de administración de aprendizaje (Learning Management System, LMS) que ha cobrado fuerza a partir del confinamiento provocado por el COVID-19. La herramienta específica se deja abierta con el fin de que el CE la elija según necesidades, requerimientos y características buscadas, así como la infraestructura requerida por estas herramientas. Las opciones han sido ampliamente documentadas en la literatura (Cavus y Zabadi, 2014; Kasim y Khalidm, 2016). En el modelo propuesto, la función del LMS es facilitar el material didáctico para los participantes, tales como apuntes, videos, artículos, cuestionarios, foros, diagramas, ligas electrónicas, etc.; de tal forma que los interesados encuentren todo en un lugar determinado y la comunicación entre profesores y estudiantes sea más fluida y organizada. Aunque este no es un factor imprescindible, sí es un elemento que ayudará en el proceso de integración educativa.

Licencias del material generado y difusión

Con el fin de contribuir a la difusión de material de calidad en el ámbito educativo espeleológico, se propone que todo el material generado para los cursos en forma de apuntes, presentaciones y artículos, así como los temarios de los cursos, sean puestos a disposición de la comunidad espeleológica mundial a través de una licencia que permita su uso abierto y sin restricciones. Con el fin de que esta información sea de la más alta calidad, es recomendable que el material producido sea revisado y evaluado por pares internacionales.

Se propone el uso de una licencia que permita copiar, distribuir, modificar y publicar los cambios manteniendo el mismo tipo de atributos para la nueva versión, lo anterior, además, otorgando crédito a los autores. Una licencia basada en el principio de copyleft como la “Licencia de Documentación Gratuita” de la Free Software Foundation podría ser adecuada (GNU, 2008; GNU, 2021; FSF, 2021).

Bajo la premisa de que la existencia de una comunidad de espeleólogos dispuestos a compartir información sin esperar a cambio ninguna retribución más que la del reconocimiento al trabajo realizado contribuirá en estos momentos a la socialización y fortalecimiento de la actividad espeleológica es que se propone la inclusión de esta licencia en todo el material generado. Estas licencias, además, garantizan mantener los documentos derivados abiertos a todas las personas que quieran contribuir, permitiendo un desarrollo más rápido y fomentando el espíritu de comunidad (Stallman, 2004).

CONCLUSIONES

El modelo propuesto se centra en establecer un protocolo para definir un currículo educativo espeleológico aplicado por la entidad que reúne a las agrupaciones en México, la UMAE, y destinado a los grupos espeleológicos recreativos. Además, propone un conjunto de cursos clasificados en una estructura denominada Sistema Educativo Espeleológico Nacional (SEEN) que permitan establecer las bases para proponer nuevos cursos o modificar los existentes. No se han detallado los temas, horas, materiales u otros elementos que debe incluir cada curso, ya que se considera que esto debe ser discutido y acordado de acuerdo con el momento en que este proceso se realice.

Este trabajo busca contribuir a la integración de la enseñanza y de los grupos espeleológicos recreativos que actualmente operan en México, además de facilitar la inclusión de material didáctico y metodologías de enseñanza y así compartir la experiencia entre todas las asociaciones.

Se considera deseable la inclusión de herramientas de aprendizaje basadas en las TIC's, aprovechando su acelerada adopción por la sociedad, ya que han demostrado ser útiles, sin embargo, es importante no olvidar su papel como herramienta en el proceso de aprendizaje en una actividad en la que la interacción humana, el trabajo en equipo y la práctica real y continua de la propia actividad es lo principal.

Esta propuesta para los grupos espeleológicos recreativos en México espera que el interés motive a una discusión profunda entre la comunidad espeleológica para generar propuestas que fortalezcan la educación en el ámbito deportivo. De esta forma, estaremos más cercanos a “dar una profundidad cultural al mundo de las cuevas” y contribuir a su conocimiento, comprensión, conservación e incremento de la seguridad de los espeleólogos y las personas que se acercan al mundo de las cuevas.

REFERENCIAS

- Alexander, B., Ashford-Rowe, K., Barajas-Murphy, N., Dobbin, G., Knott, J., McCormack, M., Pomerantz, J., Seilhamer, R. y Weber, N.** 2019. *EDUCAUSE Horizon Report: 2019 Higher Education Edition*. EDUCAUSE. ISBN 978-1-933046-02-0.
- Badino, G.** 2017. *La speleologia come strumento di ricerca e tutela dell'acqua, reunión organizada por Uniacque Spa e Federazione Speleologica Lombarda en abril de 2017*. Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=woMqysugZGE> en septiembre 2021.
- Baena, A. y Granero, A.** 2009. *Deportes de aventura «indoor»: enseñanza de la espeleología en los institutos de educación secundaria Tándem 30*.
- BCA.** 2020. Recuperado de <https://british-caving.org.uk/wiki3/doku.php?id=start> en abril 2020.
- De Waele, J.** 2010. *Teaching resources in speleology and karst: A valuable educational tool. International Journal of Speleology* 39(1)29-33.
- Casassus, J.** 1997. *Estándares en educación: conceptos fundamentales*. Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la calidad en la educación, UNESCO.
- Cavus, N. y Zabadi, T.** 2014. *A comparison of open source Learning Management Systems. Procedia-Social and Behavioral Sciences* 143:521–526.
- Coll, C.** 2013. *El currículo escolar en el marco de la nueva ecología del aprendizaje*. Aula de Innovación Educativa 219:31-36.
- Coll, C. y Rivera-Vargas, P.** 2019. *Repensar la educación escolar en la sociedad digital*. Políticas Públicas para la Equidad Social II:3-21.
- Escarvajal-Rodríguez, J. C. y Baena-Extremera, A.** 2016. *La espeleología en el centro escolar, una propuesta en el área de educación física*. *Ágora para la EF y el Deporte* 18(3).
- ERM.** 2021. *Cursos ERM*. Sitio web <https://www.espeleorescatemexico.org/events/> en septiembre 2021.
- Fernández-Espada, C.** 2008. *Enseñanza del deporte y la espeleología*. Revista digital Eduinnova No. 4, ISSN 1989-1520. Recuperado en julio 2020 de <http://www.eduinnova.es/nov08.html>.
- Figueiredo, L. A.** 2014. *Espeleoturismo, educación ambiental y procesos formativos en espeleología: reporte de experiencias en Brasil y México*. Congreso de Espeleología de América Latina y del Caribe. Catacamas, Honduras 2014.
- FSF.** 2021. *Free Software Foundation*. Recuperado en septiembre 2021 de <https://www.fsf.org/>
- Gioia, C. E.** 2001. *Espeleología y Educación Ambiental: Un Abordaje desde la Pedagogía de la Complejidad*. 13th International Congress of Speleology; 4th Speleological Congress of Latin América and Caribbean; 26th Brazilian Congress of Speleology, Brasilia 2001.
- GNU.** 2008. *GNU Free Documentation License*. Recuperado en septiembre 2020 de <https://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html>.
- GNU.** 2021. *Qué es el copyleft*. Recuperado en septiembre 2021 de <https://www.gnu.org/licenses/licenses.html#WhatIsCopyleft>
- Gómez-Ramírez, M.** 2013. *La espeleología como parte de la formación educativa de los estudiantes de la licenciatura en geografía de la Universidad Veracruzana*. XI Congreso

Nacional Mexicano de Espeleología. Mérida, Yucatán, 2013.

FFS, Federation Francaise de Speleologie. 2020. Recuperado de <https://efs.ffspeleo.fr/> en abril 2020.

National Speleological Society. 2020. Recuperado de <https://caves.org/> en abril 2020

Hegedús, G. 2017. *Speleo Education in Hungary*. Proceedings of the 17th International Congress of Speleology, UIS, Sydney.

Kasim, N. y Khalidm, F. 2016. *Choosing the right Learning Management System (LMS) for the Higher Education*, *iJET 11(6)*. <http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v11i06.5644>.

Ingvarson, L. y Kleinhenz, E. 2006. *Estándares profesionales de práctica y su importancia para la enseñanza*. *Revista de Educación* 340:265-295.

Niño, L. E. y Gama, A. 2013. *Los estándares en el currículo y la evaluación: ¿relaciones de medición, control y homogenización o, posibilidad de formación, diversidad y evaluación crítica?*. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado* 16(3):185-198. DOI:<http://dx.doi.org/10.6018/reifop.16.3.186781>

Stallman, R. 2004. *Software libre para una sociedad libre*. ISBN: 84-933555-1-8, 1ra ed. Disponible en https://www.gnu.org/philosophy/fsfs/free_software.es.pdf.

Tiburcio, A., Huerta-Ibarra, I. Tiburcio-Sánchez, I. 2021. *La educación en grupos espeleológicos recreativos en México. Grupo de Espeleología de Villacarrillo, G.E.V. Gota a gota* 23:23-31.

UIS. 2021. *International Year of Caves and Karst*. Recuperado en septiembre 2020 de <http://iyck2021.org/>.

UNESCO. 2020. *COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después: análisis de impactos, respuestas políticas y recomendaciones*. Recuperado de <http://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/05/COVID-19-ES-130520.pdf> en marzo 2021.

Schwab, K. y Malleret, T. 2020. *Covid-19 el gran reinicio*. Forum Publishing.

SSI, Societa Speleologica Italiana. 2020. Recuperado de <http://www.speleo.it/site/index.php/scuole/cnss> en abril 2020.

NUEVOS APORTES SOBRE LOS ORIBÁTIDOS (ACARI: ORIBATEI) DEL POZO LA ESCONDIDA, CERRO GRANDE, COLIMA, MÉX.

NEW CONTRIBUTIONS ON ORIBATIDS (ACARI: ORIBATEI) FROM POZO LA ESCONDIDA, CERRO GRANDE, COLIMA, MEX.

Ricardo Iglesias^{1*} y José G. Palacios-Vargas¹

¹Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos. Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias, UNAM. Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 Ciudad de México, México.

**iglesias60@yahoo.com*

Resumen

Colima posee un escaso conocimiento de los ácaros, en particular, el grupo de los oribátidos que habitan en cuevas y pozos. Por ello, en diciembre de 2017 se exploró el Pozo La Escondida, descendiendo 30 m, de donde se tomaron muestras de musgo y de suelo. Posteriormente, en el laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, de la Facultad de Ciencias de la UNAM, dichas muestras fueron procesadas por medio de los embudos de Berlese-Tullgren para extraer los ácaros oribátidos; una vez separados, estos fueron introducidos en ácido láctico dentro de cápsulas de porcelana; las cápsulas se colocaron en el interior de una estufa a una temperatura de 45 °C, por alrededor de una semana, hasta que los ácaros fueron aclarados. Se identificaron 22 especies, de las cuales, 20 son registros nuevos para la localidad y para el estado. Varias especies como *Fosseremus* sp., *Nanhermnia* sp., *Tectocephus* sp., *Reticulocephus* sp. y *Scheloribates* sp., registrados en el Pozo La Escondida, también han sido reportados en otras cuevas de México, lo que puede indicar que presentan una amplia distribución.

Palabras claves: *Colima, Pozo La Escondida, registros, ácaros, oribátidos*

Abstract

Colima has scarce knowledge of mites, in particular, the group of oribatids that inhabit caves and wells. For this reason, in December 2017, the Pozo La Escondida was explored, descending 30 meters, from which moss and soil samples were taken. Subsequently, in the Laboratory of Ecology and Systematics of Microarthropods of the Faculty of Sciences, UNAM, these samples were processed using Berlese-Tullgren funnels to extract oribatid mites; once separated, these were introduced into lactic acid inside porcelain capsules, and placed inside an oven at a temperature of 45 °C, for about a week, until they were cleared. The identification of 22 species was achieved, of which 20 are new records for the locality and the State. Species such as *Fosseremus* sp., *Nanhermnia* sp., *Tectocephus* sp., *Reticulocephus* sp., and *Scheloribates* sp. registered in the Pozo La Escondida have also been reported in other caves in Mexico, which may indicate that they have a wide distribution.

Keywords: *Colima, Pozo La Escondida, registereds, mites, oribatids.*

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el estudio de los ácaros en los ambientes cavernícolas ha venido incrementándose de manera importante en México. Trabajos de Guzmán-Sánchez e Iglesias (2005); Hoffmann et al. (1986, 2004); Palacios-Vargas (2001); Palacios-Vargas e Iglesias (2008); Palacios-Vargas y Reddell (2013); Pérez et al. (2014), son sólo algunos de los autores que han contribuido al conocimiento de la biodiversidad de los ácaros en el interior de las cuevas mexicanas.

Las investigaciones en los ambientes cavernícolas sobresalen en desde distintos puntos, en particular, el evolutivo, puesto que los organismos que habitan estos sitios han sufrido modificaciones, tanto estructurales como fisiológicas, a través del tiempo, lo que les ha permitido adaptarse a las condiciones adversas como total oscuridad y aislamiento (Palacios-Vargas et al., 2016).

Las cuevas, grutas, cenotes y otros ambientes subterráneos son propicios para el desarrollo de muchas especies, tales como protozoos, rotíferos, anélidos, nemátodos, moluscos y una gran diversidad de artrópodos, asimismo, pequeños mamíferos como roedores que usan las cuevas como refugio o escondite para protegerse de sus depredadores (Hoffmann et al., 1986). Sin lugar a duda, la fauna más notoria en muchas cuevas del país y del mundo por su abundancia, son los murciélagos, los que proveen muchos servicios ecosistémicos (Elliot et al., 2023). Muchas cuevas de México pueden contener gran riqueza de especies y algunas de ellas, llegan a alojar gran cantidad de organismos, como

ocurre, por ejemplo, en la cueva de murciélagos más grande del reino biogeográfico neotropical, el Volcán de los Murciélagos (Calakmul), mismo que contiene más de 3 millones de murciélagos.

Los organismos que viven o que tienen relación con la vida cavernícola pueden clasificarse en tres categorías. Troglóxenos, son los organismos que usan las cuevas sólo como refugio temporal, por periodos cortos, pero salen a buscar su alimento. Se les llama troglófilos a aquellas especies que tienen la capacidad de completar su ciclo biológico dentro de la cueva, pero no presentan modificaciones para la vida cavernícola; mientras que con el nombre de troglobios se les conoce a aquellas especies que sí presentan adaptaciones, tanto fisiológicas como morfológicas para la vida cavernícola (Barr, 1963; Sket, 2008). De México, se conocen cuando menos 12,000 cuevas, de las cuales, muchas han sido mapeadas, registradas y su fauna estudiada. Se conocen cerca de 800 especies troglobias y más de mil troglófilas y troglóxenas (Elliot et al., 2023).

Los ácaros, como grupo importante que habita las cavernas, se alimentan del guano de los murciélagos, de la materia orgánica o inclusive de otros pequeños organismos (Elliot et al., 2023), contribuyendo directa o indirectamente en procesos como la reincorporación de nutrientes, formación de suelo y control de plagas. La diversidad de ácaros de México está constituida por alrededor de 2,625 especies (Pérez et al., 2014). Mientras que, para las cuevas de México, Palacios-Vargas e Iglesias (2008) reportan un total de 278 especies, de las cuales, 71 pertenecen al grupo de los oribátidos.

Lazcano (1988) menciona un total de 94 cavidades de la zona de Cerro Grande, entre las que se encuentran resumideros, cuevas, pozos y varias cuevas de menor tamaño. Sin embargo, no especifica familias o especies de los grupos faunísticos hallados en esas cuevas. En general, existen pocas referencias sobre la vida cavernícola de la región de Colima. Por otro lado, Reddell (1981) menciona cuatro cuevas para Colima: Cueva Ixtlahuacán (Ixtlahuacán), Cueva Manzanillo (Manzanillo), Cueva de la Fábrica (Coquimatlán) y Cueva de la Finca (Coquimatlán). Sin embargo, en las cuevas de Coquimatlán, se desconoce su biodiversidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 2016 se reportaron 52 especies de ácaros para Colima, la mayoría del suelo de la Isla Socorro y sólo una de cavernas en el Pozo La Escondida, siendo un nuevo taxón para la ciencia, *Proterorhagia oztotloica*, con género y familia nueva (Lindquist y Palacios-Vargas, 1991). De estas 52 especies registradas, sólo 14 son oribátidos (Palacios-Vargas et al., 2016). El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la fauna cavernícola de México, estudiando los ácaros oribátidos que viven en el pozo la Escondida, en Cerro Grande, del estado de Colima.

El área de estudio se encuentra a una altitud de 2,200 m con coordenadas 19° 25' 54'' N y 103° 54' 00'' O, ubicada en la rancharía La Escondida, cercana a la localidad de El Terrero,

Colima (Palacios-Vargas y Granados, 1990). El pozo tiene un tiro de 25 m y se llega a una rampa inclinada con muchos restos de vegetales y árboles (Figura 1). Después, se descienden tres metros más, por una pendiente, para llegar a la cueva. Para llegar a la entrada, se necesita descender otro tiro de cinco metros. El piso del interior de la cueva es de lodo seco, agrietado, con huesos mezclados. Esta sala mide alrededor de 8 x 6 m. Al final de la cueva existe otra pequeña sala de 2 x 2 metros. El techo y sus paredes presentan cristalizaciones de calcio. De manera rústica y con ayuda de cuerdas, sujetas a un árbol, se logró descender hasta los primeros 30 m del pozo. Posteriormente, se tomaron muestras de aproximadamente dos kg de suelo y de musgo.

Las muestras fueron procesadas en los embudos de Berlese-Tullgren (Palacios-Vargas y Mejía-Recamier, 2007). Una vez separados los ácaros oribátidos, estos fueron colocados dentro de una cápsula de porcelana con ácido láctico en una estufa a 45 °C durante una semana. Los ejemplares se revisaron constantemente, con periodicos cambios de ácido hasta obtener las condiciones ideales para su montaje semipermanente con líquido de Hoyer (Palacios-Vargas y Mejía-Recamier, 2007). Los oribátidos fueron identificados en su mayoría a nivel genérico y otros al específico, con la ayuda del microscopio de contraste de fases y las claves de Balogh y Balogh (1992a; 1992b). Los ejemplares se encuentran depositados en la colección del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos de la Facultad de Ciencias, UNAM.



Figura 1. Expedición al Pozo La Escondida, Colima, México. Preparación de la zona para el descenso de 30 m para la colecta de muestras de musgo y suelo. Diciembre 2017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 22 taxa se encontraron en el Pozo La Escondida, correspondientes a 18 géneros y 11 familias de oribátidos (Tabla 1). En las muestras de musgo se identificaron 16, mientras que sólo 10 en el suelo. Únicamente cuatro aparecieron en ambos sustratos: *Ceratorchestes* sp., *Tectocephus* sp., *Parachypteria neotropicales* (Mahunka, 1983) y *Galumna* sp.

El conocimiento de los ácaros en el estado de Colima es escaso, en particular, el de los oribátidos. Con anterioridad al presente trabajo, sólo se tenían reportadas 14 especies de ácaros oribátidos, pero ninguna del Pozo la Escondida, del Cerro Grande (Palacios-Vargas et al., 2016).

Las especies *Parachypteria neotropicalis*, *Reticulocephus* sp. y *Solenozetes ca. carinatus* fueron los oribátidos más representativos, pero *Subiasella* sp. *Trimalaconothrus* sp. y *Eremobelba ca. amata*, fueron también comunes en el presente estudio (Figura 2).

De las 22 especies de oribátidos reportadas en este estudio, dos de ellas, *Plasmobates* sp. y *Scheloribates* sp. ya se había reportado para el estado, sin embargo, las otras 20 son registros nuevos para el Pozo La Escondida y también para el estado de Colima. Por lo tanto, las especies de oribátidos registradas para Colima incrementó en un 142%. Con la presente contribución, el número de registros del orden *Oribatida* se incrementa a 34 especies para el estado de Colima.

No obstante, a los significativos avances en el estudio de los ácaros cavernícolas en México, sigue pendiente describir más especies que se encuentran realizando distintas funciones y sus

hábitos alimentarios (depredadores, parásitos, saprófagos, etc.).

La alimentación de la mayoría de los ácaros oribátidos se basa en materia orgánica; *Scheloribates* sp. es principalmente fungívoro, aunque también se le ha observado consumiendo restos de insectos como apéndices de ortópteros (Velis y Oppedisano, 1996). Por otro lado, *Galumna elimata* tiene gran preferencia por el alga verde *Desmococcus viridis* (Hubert et al., 2001).

Los oribátidos son el grupo de ácaros con el mayor número de familias representantes en cuevas, hasta el momento no hay registro de especies pertenecientes a la categoría de troglobios. Sin embargo, dada su frecuencia en dichos ambientes, pueden ser considerados troglófilos (Palacios-Vargas, 2001).

Varias de las especies reportadas se han registrado en sótanos y oquedades de otros estados de la república mexicana. Tales son *Fosseremus* sp. y *Nanhermannia* sp. de la Cueva del Venado, y *Tectocephus* sp. de la cueva El Tepozán, ambas de San Luis Potosí (Guzmán- Sánchez e Iglesias, 2005). Asimismo, *Tectocephus* sp. y *Reticulocephus* sp. se han reportado en sótanos de Ahuihuitzcapa, Veracruz, y en Tilaco, Querétaro.

Por su parte, a *Scheloribates* sp. se le ha encontrado en Ahuihuitzcapa, Veracruz y en El Salto, Querétaro (Guzmán-Sánchez e Iglesias, 2009). Lo anterior indica que varias de las especies aquí registradas pueden tener una amplia distribución dentro de las cuevas y sótanos del país, debido a las condiciones climáticas del

Tabla 1. Lista de especies de oribátidos en muestras de musgo y suelo del Pozo La Escondida, Colima. Además, los estados donde se ha registrado la especie: Colima (Col), Guerrero (Gue), Michoacán (Mich), Querétaro (Qro), San Luis Potosí (Slp), Tamaulipas (Tam), Veracruz (Ver) y Yucatán (Yuc).

Familia	Especie	Musgo	Suelo	Estados
Malaconothridae	<i>Trimalaconothrus ca. peruensis</i>	X		Col, Ver
	<i>Trimalaconothrus sp.2</i>	X		Col, Ver
Nanhermanniidae	<i>Nanhermannia sp.</i>		X	Col, Slp
Plasmobatidae	<i>Plasmobates sp.</i>	X		Col
	<i>Solenozetes ca. carinatus</i>	X		Col
	<i>Solenozetes sp.</i>	X		Col
Pheroliodidae	Pheroliodidae		X	Col
Damaeidae	Damaeidae	X		Col
Cepheidae	<i>Reticulocephus sp.</i>		X	Col, Ver, Qro
Damacolidae	<i>Fosseremus sp.</i>	X		Col, Slp
Eremobelbidae	<i>Eremobelba ca. amata</i>		X	Col
Peloppiidae	<i>Ceratorchestes sp.</i>	X	X	Col
Tectocephidae	<i>Tectocephus sp.</i>	X	X	Col, Slp, Ver
Oppiidae	<i>Amerioppia sp.</i>	X		Col, Gue
	<i>Microppia sp.</i>	X		Col
	<i>Oppiella sp.</i>	X		Col
	<i>Pseudoamerioppia sp.</i>	X		Col
	<i>Subiasella sp.</i>	X		Col
	Schelorbitidae	<i>Schelorbites sp.</i>		X
Ceratozetidae	<i>Ceratozetes sp.</i>		X	Col
Achipteridae	<i>Parachypteria neotropicalis</i>	X	X	Col
Galumnidae	<i>Galumna sp.</i>	X	X	Col, Tam, Yuc
Total: 22		16	10	

hábitat. Esta amplia distribución se debe a que son habitantes regulares de suelos y hojarasca que se han distribuido en diferentes ecosistemas y son capaces de llevar a cabo su ciclo de vida en aquellos ambientes cavernícolas que presentan condiciones de humedad y temperatura más estables.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo evidencian la riqueza de ácaros en las cuevas y resumideros de México y, en particular, el potencial que posee el estado de Colima. También, pone de manifiesto la falta de estudios en esa zona de la república mexicana y la importancia de llevar a cabo más investigaciones de la fauna de las cuevas y resumideros de Colima con muestreos sistemáticos. Por otro lado, es imperante

llevar a cabo inventarios faunísticos de la región para tener un mayor conocimiento de la biodiversidad de los ácaros en general y de los oribátidos en particular.

Es importante destacar la urgencia de implementar políticas para la conservación de dichos resumideros y cuevas del estado, y, por ende, la fauna acarológica presente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por los proyectos PAPIME PE204116 y PE205611, coordinados por el M. en C. José Luis Bortolini, gracias al cual se pudo llegar a la localidad de El Pozo la Escondida. Al M. en C. Francisco Luna, quien descendió al pozo y tomó las muestras de suelo y musgo; y, por último, al Biól. Jair Páez por su apoyo en el formato de las figuras.

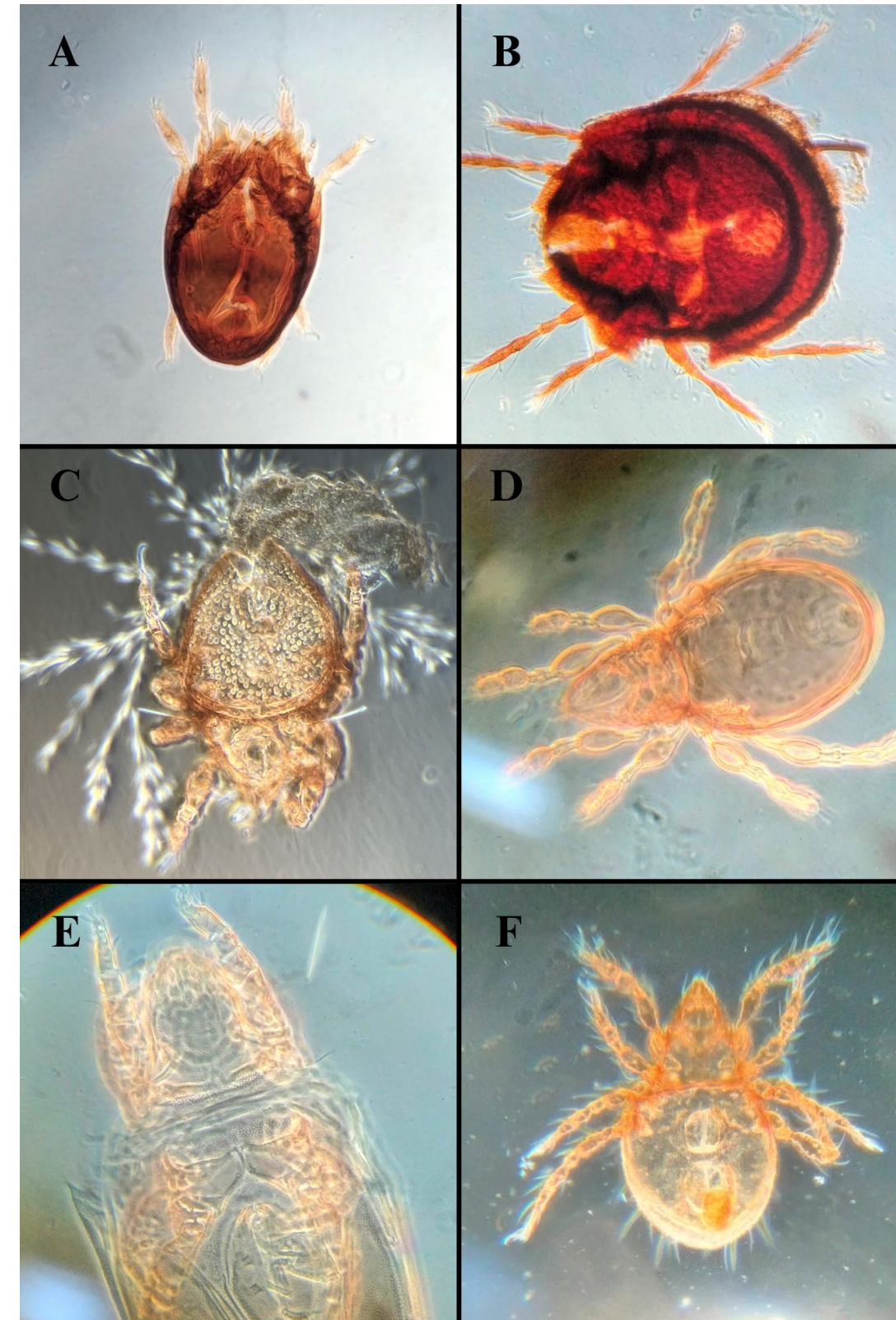


Figura 2. Oribátidos más representativos durante el estudio. (A) *Parachypteria neotropicalis* (Mahunka, 1983); (B) *Reticulocephus*; (C) *Solenozetes ca. carinatus*; (D) *Subiasella*; (E) *Trimalaconothrus*; (F) *Eremobelba ca. amata*.

REFERENCIAS

- Balogh, J. Balogh, P.** (1992a). *The Oribatid Mites Genera of the World I*. Hungarian National Museum Press. I.
- Balogh, J. y Balogh, P.** (1992b). *The Oribatid Mites Genera of the World II*. Hungarian National Museum Press. II.
- Barr, T. C.** 1963. *Ecological classification of cavernicoles*, Cave notes, 5: 9-12
- Elliot, W. R., Palacios-Vargas, J. G., Medellín, R. A. y Calva, O.** (2023). *Human impacts on Mexican caves*. In: R. W. Jones, C. P. Ornelas-García, R. Pineda-López and F. Álvarez (Eds.), *Mexican Fauna in the Anthropocene* (pp. 377-414). Springer.
- Guzmán-Sánchez, H. e Iglesias, R.** (2005). *Los ácaros (Acari: Oribatida) de los sótanos El Tepozán” y “El Venado”, San Luis Potosí, México*. *Mundos Subterráneos*, (16), 24-28.
- Guzmán- Sánchez, H. e Iglesias, R.** (2009). *Registros nuevos de ácaros oribátidos (Acari: Oribatei) de sótanos y suelos de México*. *Mundos Subterráneos*, (20), 14- 2.
- Hoffmann, A., Palacios-Vargas, J. G. y Morales-Malacara, J. B.** (1986). *Manual de Bioespeleología*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hoffmann, A., López-Campos, M. G. y Vázquez-Rojas, I. M.** (2004). Los artrópodos de las cavernas de México, in Llorente Bousquets, J, J. J. Morrone, O. Yáñez, e I. Vargas. (eds), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, Vol. 4 (pp. 229-326). Facultad de Ciencias.
- Hubert, J., Zilova, M. y Pekar, S.** (2001). Feeding preferences and gut contents of three panphytophagous oribatid mites (Acari: Oribatida). *European Journal of Soil Biology*, 37 (3), 197-208.
- Lazcano, C.** (1988). “Las cavernas de Cerro Grande, Estados de Colima y Jalisco” Laboratorio Natural Las Joyas, Universidad de Guadalajara, J., México.
- Lindquist, E. E. y Palacios-Vargas, J. G.** (1991). Proterorhagiidae (Acari: Endeostigmata), a new family of Rhagidiid-like mites from Mexico. *Acarologia*, 33(4), 341- 363.
- Palacios-Vargas, J. G.** (2001). La biodiversidad de los ácaros cavernícolas en México. *Contribuciones Entomológicas. Homenaje a la Dra. Isabel Bassols Batalla*. M.Vargas, O. J. Polaco, G. Zúñiga, (Eds.) Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N: 105-112.
- Palacios-Vargas, J. G., Cutz-Pool L. Q. e Iglesias, R.** (2016). Fauna cavernícola y edáfica (Acarida y Collembola). En: CONABIO (Eds.) *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. (pp. 320-327). México.
- Palacios-Vargas, J. G. e Iglesias, R.** (2008). Comparación entre la fauna de ácaros y colémbolos mexicanos y brasileños de ambientes subterráneos, *Mundos Subterráneos* (18-19), 15-38.
- Palacios-Vargas, J. G. y V. Granados.** (1990). Nuevos aportes sobre la fauna cavernícola de Cerro Grande, Jalisco y Colima. *Mundos Subterráneos*, (1), 8-12.
- Palacios-Vargas, J. G. y Mejía-Recamier, B. E.** (2007). Técnicas de colecta, montaje y preservación de microartrópodos edáficos, *Las Prensas de Ciencias*.
- Palacios-Vargas, J. G. y Reddell, J. R.** (2013). Actualización del inventario cavernícola (estigobiontes, estigófilos y troglobios) de México. *Mundos Subterráneos*, (24), 33- 95.
- Pérez, T. M., Guzmán-Cornejo, C., Montiel-Parra, G., Paredes-León, R. y Rivas, G.** (2014). Biodiversidad de ácaros en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (5), 399-407
- Reddell, J. R.** (1981). *A review of the Cavernicole fauna of México, Guatemala and Belize*. Texas Memorial Museum. Univ. Texas at Austin. Bull.
- Sket, B.** (2008). Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? *Journal of Natural History*, 42 (21-22), 1549- 1563.
- Velis, G. y Oppedisano, M.** (1996). *Preferencias alimenticias de los distintos estaseos dentro de los ácaros oribátidos en suelos del área periserrana del Sistema de Tandilia*. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 4(2), 19-30.



UNA MIRADA AL INTERIOR DE LA CUEVA “EL VOLCÁN DE LOS MURCIÉLAGOS”, CAMPECHE, MÉXICO



Jorge A. Vargas-Contreras y Griselda Escalona-Segura
Facultad de Ciencias Químico Biológicas-UAC, El Colegio de la Frontera Sur-Campeche

Las cuevas son espacios subterráneos ocupados por diversas formas de fauna silvestre y los humanos las han usado como refugios, sitios religiosos y turísticos; acelerando su impacto. La cueva “El Volcán de los Murciélagos” en Calakmul, Campeche, es utilizada por poblaciones de murciélagos con alta abundancia de varias especies; principalmente insectívoras, que ofrecen un servicio ambiental al controlar poblaciones de insectos plaga. Sin embargo, ha sido poco explorada, pero muy visitada por turistas. El objetivo de esta infografía es resaltar las características topográficas, microclimáticas y biológicas de la cueva para su conservación.

Características topográficas

Entrada de la cueva

- Presenta un orificio vertical de roca caliza (diámetro ~30 m; sima).
- La entrada con una inclinación vertical de ~50 m en el lado más alto y 14 m en su parte más baja.
- En el interior, otra inclinación, abriéndose en una cámara amplia (100 m de largo), con dimensiones variadas (de 13 a 20 m ancho y de 7 a 14 m de alto).

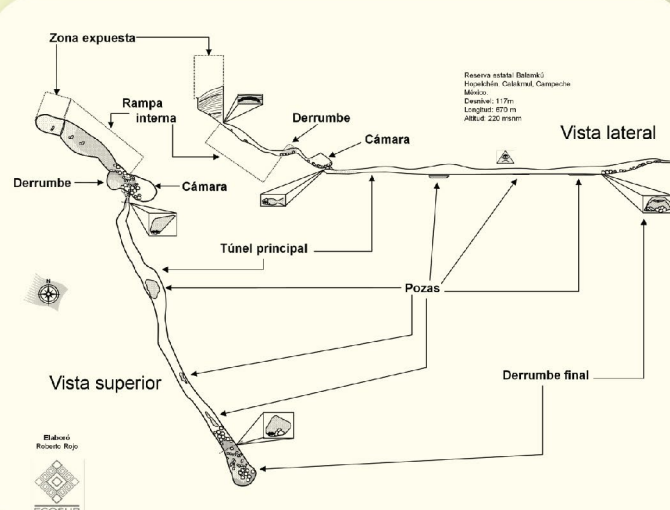
Rampa interna

- El suelo está compuesto de sascab y guano de murciélago.
- Presenta 135° de desarrollo con respecto al N magnético.
- Termina en un gran derrumbe cónico.

Variables ambientales

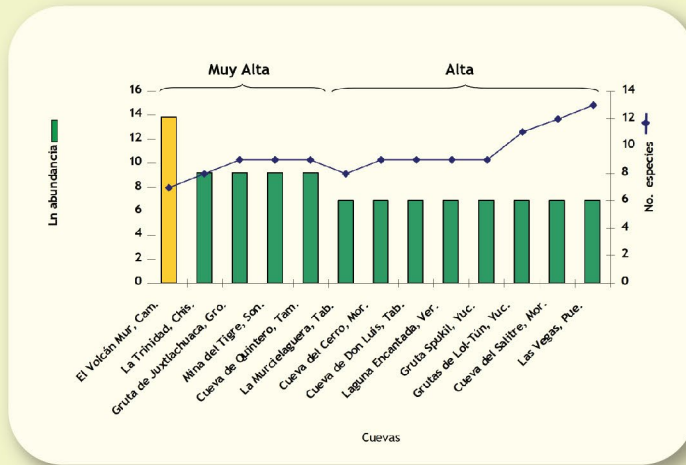
- Temperatura 28.8 ± 1.3 °C
- Humedad relativa 83.6 ± 2.07%
- Oxígeno 19.6%
- Registro de plaguicidas

Zonación



Murciélagos cavernícolas

Se han registrado nueve especies murciélagos con diferentes tamaños de población. De estas especies, solo una es de hábito nectarívoro, el resto son insectívoros. La duración de la emergencia de los murciélagos varió de 30 a 45 min, grabada con una videocámara convencional, pero fue mayor a 90 min con una cámara térmica. Con esta tecnología se sugiere una población estimada mayor a los tres millones de murciélagos.



Conclusión

Las fluctuaciones poblacionales son elementos importantes en la toma de decisiones para el manejo y conservación de la vida silvestre. La cueva “El Volcán de los Murciélagos” es un refugio multiespecies de alta abundancia, por ello, es prioritaria para la conservación a nivel local, nacional e internacional. La sima puede ser usada como una alternativa ecoturística siguiendo las recomendaciones adecuadas para estar en armonía con el ambiente, principalmente respetando la temporada reproductiva y el número máximo de visitantes propuestos.



Características topográficas

Zona oscura y cámara

- Comienza después del derrumbe
- 13 m por debajo del derrumbe
- Pasaje de 1.4 m de ancho por 3 m de alto
- Túnel de 0.65 m ancho x 0.87 m alto que conduce a la cámara de 2 m ancho x 1.90 m. alto

Túnel y pozas

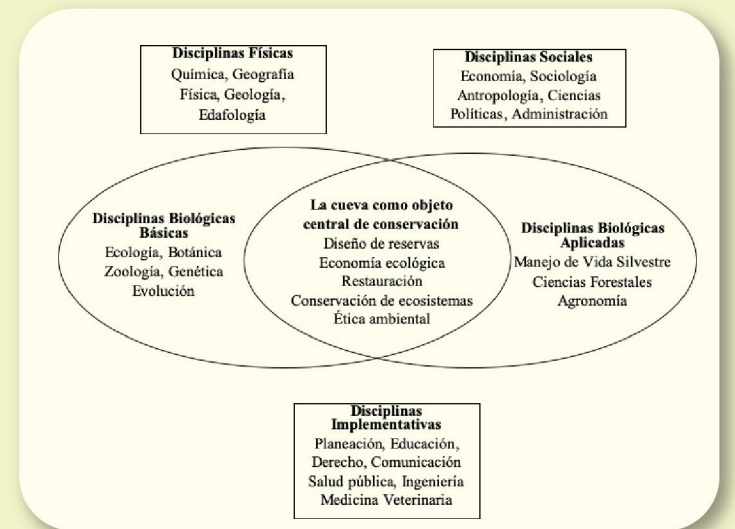
- Casi sin pendiente
- Longitud total 411.31 m
- Tres pozas, pero dos con agua
- Escasos espeleotemas
- Derrumbe final a 584 m de la entrada/14°/16 m
- Lajas de roca de 2 x 3 x 0.15 m

Especies de murciélagos en la cueva “El Volcán de los Murciélagos”



Conservación

La conservación de la cueva será exitosa con la cooperación entre los propietarios, comunidades locales, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Actualmente, la cueva está amenazada por varios impactos acumulados como el ecoturismo, la carretera, la línea de transmisión eléctrica, acueducto y fibra óptica, y, en un futuro inmediato, por la construcción de vías férreas para el Tren Maya.



Referencias

Reddell (1981) Texas Memorial Museum, University of Texas at Austin Bulletin 27, Arita (1993) Journal of Mammalogy 74:693-702, Escalona-Segura et al. (2002) Revista Mexicana de Mastozoología 6:99-103, Rojo y Gheysens (2006) Mundos Subterráneos 17:17:24, Vargas-Contreras et al. (2012) Therya 3(1):41-53.

Año Internacional de las Cuevas y el Karst



TWENTY YEARS OF SPELEOLOGICAL EXPLORATION BY CZECH AND SLOVAK SPELEOLOGICAL SOCIETIES IN CAVE SYSTEMS IN QUINTANA ROO, MEXICO

Zdeněk Motyčka

Czech Speleological Society, Olsova 1, Brno 637 00, Czech Republic,
z.motycka@mediform.cz

Abstract

This paper presents a comprehensive overview of the speleological exploration conducted by the Czech and Slovak Speleological Societies in the Quintana Roo region of Mexico over a period of twenty years. Starting with the inaugural expedition in 2003, more than 20 subsequent expeditions have been carried out. The focus of the exploration has been on the region between the villages of Chemuyil and Akumal, where hundreds of cenotes have been investigated, leading to the discovery of significant cave systems with a cumulative length of over 138 km. Among these, the K'oox Baal underwater cave system stands out as the third longest in the world. Additionally, the explorers have revisited and resurveyed several previously discovered underwater caves due to the lack of existing maps from the initial explorations. Notably, the exploration efforts have resulted in significant paleontological discoveries, and strong connections have been forged with local landowners and the speleological community.

Keywords: Cenote, underwater caves, cave diving, cave exploration, cave survey.

The Riviera Maya, located on the eastern side of Mexico's Yucatán Peninsula in Quintana Roo state, is an intriguing region known for its association with the ancient Maya civilization. This narrow coastal strip stretches from Cancún to the southern border of the Sian Ka'an Biosphere Reserve. The terrain is predominantly flat, covered by dense and impenetrable jungle with few pathways. Unlike many other regions, there are no rivers or streams; instead, the area is dotted with numerous lagoons and cenotes.

Cenotes are a defining feature of the Riviera Maya's unique ecosystem. They come in various

shapes and sizes, ranging from expansive lakes with open surfaces to smaller pools hidden within cave-like structures. Some cenotes serve as mere dead ends, while others serve as entrances to extensive cave systems. The geological composition of the region primarily consists of pure carbonates deposited during the Tertiary period, covered by a thin layer of Quaternary deposits. The uplift of the peninsula during the Pleistocene era facilitated dynamic speleogenesis, the formation of caves through various processes. Frequent rainfall penetrated the porous surface and led to the creation of shallow cave systems that directed water toward the sea.

Over time, there were fluctuations in sea levels, leading to erosion that expanded widened existing caves while also deepening certain passages. Concurrently, secondary karstification processes occurred, causing the collapse of thin cave ceilings, resulting in the formation of cenotes.

As the last Ice Age ended, rising sea levels flooded the pre-existing karstified caves with seawater and freshwater from rainfall. This process, along with possible hypogenic processes, further shaped the development of cave systems in the area.

The combination of its location, geological composition, climate, and historical significance contributes to making the Riviera Maya an exceptional and captivating region. The cenotes and caves present a unique ecosystem, harboring numerous species of endemic animals. Additionally, the area holds significant archaeological and paleontological findings, uncovering ancient settlements and enriching our understanding of the region's history (Motyčka, 2004).

The area of interest for the Czech and Slovak Speleological Societies (CSSS) encompasses approximately 150 km² and lies between the villages of Chemuyil to the south and Akumal to the north, bordered by federal highway 307 to the east. Extending about 10 km into the jungle, the region is relatively remote, accessible only by two unpaved roads from Chemuyil leading northwest and from Akumal to Uxuxubi (Figure 1). Exploration of the cenotes in the Riviera Maya began in the early 1980s by American explorers, leading to the discovery of major cave systems like Nohoch Nah Chich and Dos Ojos in 1986. Since then, the area has become renowned for its extensive cave network, with over 1500 km of known caves, including the world's longest underwater cave system, Sac Actun, measuring a total length of 369,000 m. This rich underground landscape has attracted numerous speleological expeditions over the years, including those conducted by the CSSS.



Figure 1. Mexico map with described area in Quintana Roo.

CHRONOLOGY OF SPELEOLOGICAL EXPLORATIONS BY CSSS IN RIVIERA MAYA

- 2003: the first reconnaissance trip to the Riviera Maya was conducted by Daniel Hutňan, Radek Husak, Zdenek Motycka, and Jan Sirotek from the CSSS, along with Mexican speleologist Mariano Fuentes de Silva. After initial reconnaissance dives and assessing local conditions, they began their exploration in the cenote Cangrejo near the village of Chemuyil. Within a few days, they discovered approximately 750 m of new corridors (Figure 2).

- 2004: the second expedition, attended by seven speleologists from the CSSS and two Mexican colleagues, took place over 14 days. They explored almost 2.5 km of new corridors in cenotes Joolis, Polo, and Hoyt. By connecting these discoveries, they established a 3.5-km-long cave system. The expedition also involved sampling for biospeleological research conducted by UNAM. Unfortunately, the results were never completed due to the tragic death of Mariano Fuentes de Silva during the same year. In the autumn of 2004, a two-member mini-expedition led to the discovery of two entirely new cenotes, Nai Bosh and Chac Ha, along with several hundred m of new corridors.

- 2005: the third expedition yielded significant results, particularly the discovery of the new large Cenote Zebra, where they encountered remarkably vast corridors (Figure 3). After more than a week of diving, the total length of the discoveries reached 2 km. Additionally, they explored 250 m in cenote Nai Bosch, connecting it to the Ich Kin Cave, which had been discovered by another team the previous year.

- 2006: during the first half of the expedition,



Figure 2. Group photo from first reconnaissance trip in 2003, participants from left: Z. Motycka, J. Sirotek, D. Hutnan, M. F. Silva a R. Husak (photo by Z. Motycka).



Figure 3. Main, large cave passage in Cenote Zebra (photo by R. Husak).

explorers discovered new passages in cenotes Joolis, Cangrejo, and Ich Kin, totaling almost 5 km in length. They connected Cangrejo and Ich Kin into one system with a length of 5.6 km. In the second half of the expedition, the focus shifted to cenote K'oox Baal, originally discovered by colleagues Bil Philips and Robbie Schmittner. They surveyed 3.7 km of beautiful, large spaces and, after extensive searching, found a giant tunnel, 40 m wide and 5 m high. They explored about 1.4 km of this tunnel before the expedition

ended. Further exploration continued in the fall of the same year, adding more km to the spring discoveries and bringing the total length of all discoveries in 2006 to almost 10 km.

- The years 2007 and 2008 marked a period of intense discovery and exploration for the CSSS in the Riviera Maya. The divers undertook long and challenging dives, often lasting over 4 hours, to reach the farthest parts of the cave systems. To facilitate these explorations, additional tanks and underwater scooters became essential equipment (Figure 4). The newly discovered parts of the cave systems surpassed any previous findings in terms of length and character. By the end of 2008, the length of the K'oox Baal system had exceeded 20 km, making it the 7th longest underwater cave in the world.

- In 2009, the focus shifted to the resurvey of the nearby cave system of Tux Kupaxa, which had been primarily explored by Robbie Schmittner

and Gunnar Wagner between 1998 and 2001. During the resurvey, which became necessary due to the loss of the original map, another 3 km of new passages were discovered. The new map revealed that some parts of this cave were in close proximity to known sections of the K'oox Baal cave system, and their connection would potentially result in a significant shift in the ranking of the longest caves.

- In 2010, a forest fire exposed a large portion of the otherwise impenetrable jungle, revealing a dozen new cenotes. Through meticulous exploration, the divers discovered more than 2 km of corridors in new cenotes such as Ha' Kak and Muk Wakal, and another 1.5 km in the inconspicuous cenote Kot Be. The divers eventually connected these cenotes into one system and linked it to the K'oox Baal system, a logical outcome of their numerous dives in the area. In the same year, the second part of the



Figure 4. Using underwater scooters in Sistema K'oox Baal (photo by R. Husak).

expedition focused on exploration in other new cenotes, particularly Sak Xib and Balam Tsa'1. In Balam Tsa'1, a vast labyrinth of huge tunnels was discovered, and the use of underwater scooters became standard during each dive (Figure 5). In total, over 4 km of new passages were discovered and mapped in Balam Tsa'1 in 2010, bringing the total length of the system to 31 km.

- The expeditions carried out by the CSSS in the Riviera Maya have continued to yield remarkable results in subsequent years. In 2011, another expedition was undertaken, leading to the discovery of an additional 7 km of passages within a short period of two weeks. Despite the increasing length of dives, which often exceeded 4 hours and pushed the limits of the divers' capabilities even with the use of scooters, the explorations continued.
- During the autumn of 2011, a two-member

mini-expedition resulted in the discovery of 2 more km of passages and a significant connection between K'oox Baal and Tux Kupaxa. This connection extended the total length of the cave system to 56,591 m, propelling it to the fourth place in the list of the world's longest underwater caves.

- In 2012, the main focus shifted to another cenote in the region, specifically the 1300-m-long Chun Che Chen. The original map of this cenote had been lost, necessitating a resurvey. During this activity, numerous possibilities for further exploration were identified, with large corridors alternating with narrow restrictions and passages adorned with stalactite decorations. By the end of the expedition, the length of Chun Che Chen had reached 6400 m, and it was successfully connected to the K'oox Baal system, which now measured 64 km in total length. The discovery of the new cenote Xaman Ek during the autumn trip further added to the extensive labyrinth of



Figure 5. Exploration of large tunnel in Cenote Balam Tsa'1 (photo by R. Husak).

cave passages, bringing the length of K'oox Baal to 75 km. Notably, with a comprehensive cave map, K'oox Baal became the longest underwater cave in the world (Figure 6). This marked the conclusion of the first decade of exploration in the Riviera Maya by the CSSS. To commemorate their significant achievements, a comprehensive monograph titled "A Quest for Secrets of Xibalba" was published and introduced during the 16th International Speleological Congress in Brno. This work provided valuable insights into the unique underground landscape and ecosystem of the Riviera Maya region (Motycka, 2013; Motycka et al., 2013).

The period from 2014 to 2019 was marked by continued exploration and discovery by the CSSS in the Riviera Maya.

- In 2014, the team focused on exploring small cenotes around the K'oox Baal system, and the Slovak part of the team ventured into the distant jungle, where they discovered several new cenotes. These new cenotes were found to connect to the system of underground corridors, leading to the discovery of over 5 km of new passages. Most of these passages were interconnected to form a single system named Sak Kay.
- The year 2015 saw the continuation of the expedition, with the team exploring the previously discovered cenotes Paachil Nah, Nautilostotl, Tu, Ash Puk, Carita, and others. This led to the discovery of an additional 5.3 km of new passages, further extending the Sak Kay cave system.
- In 2016, the explorations in Sak Kay continued, and the team was able to discover almost 5 km of amazing corridors, many of which were at shallow

depths with frequent sections of open water. This brought the total length of the cave system to over 11 km (Figure 7). Additionally, two dry caves named Xul In and ZBK were found and mapped, adding another 1.3 km of dry passages to their discoveries.

- In 2018, the exploration in Sak Kay continued, resulting in the discovery of another 2 km of corridors, bringing the system's total length to 13.4 km. The team also discovered 1 km of new corridors in cenote Carita and 1 km of dry passages in the new cenote Yum Kaax, which was connected to cenote Xul In, discovered in 2016, forming a 1.6 km long system of dry passages. Further dives were conducted in Cenote Cangrejo, adding 2.4 km of new passages and increasing the cave's length to 7.5 km.

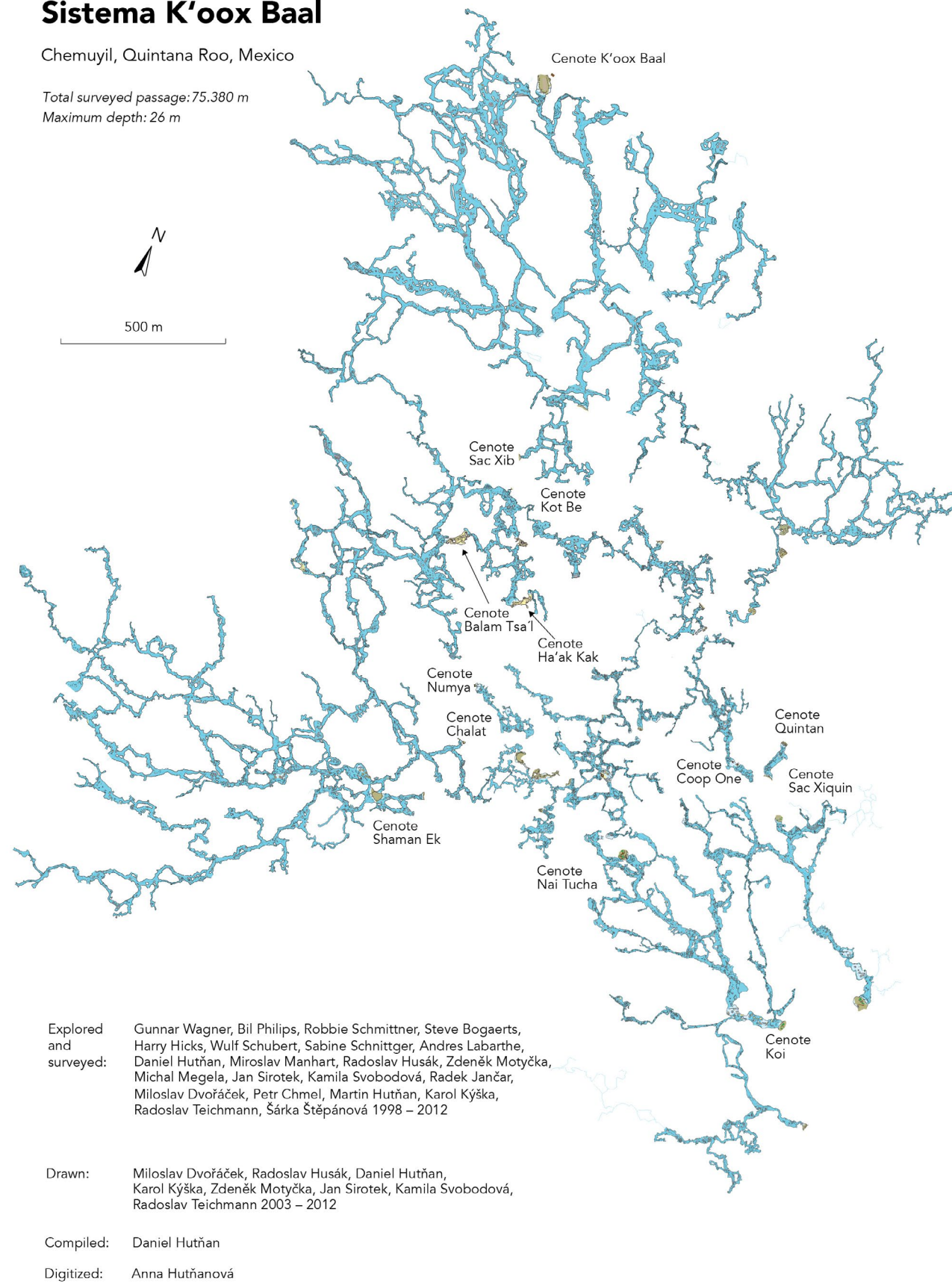
- In 2019, a new project commenced in Cenote Tatich, near Akumal, where previous explorations by French and US cave divers between 2001 and 2012 had left fragments of maps. The team embarked on resurveying the existing lines in the cave and discovered nearly 3 km of new passages, bringing the total length of Tatich to 13.2 km by the end of 2019. Additionally, almost 1 km of corridors was discovered in Yum Kaax, offering numerous possibilities for future exploration (Figure 8). Throughout this period, the explorations by the CSSS have continued to uncover the unique underground landscape and ecosystem of the Riviera Maya region, adding to our understanding of the extensive cave systems and cenotes in the area (Motycka & Hutnan 2016, 2017, 2018, 2019).

- The year 2020 saw significant progress in the exploration efforts by the CSSS in the Riviera Maya. The focus was mainly on the Yum

Sistema K'oox Baal

Chemuyil, Quintana Roo, Mexico

Total surveyed passage: 75.380 m
Maximum depth: 26 m



Explored and surveyed: Gunnar Wagner, Bil Philips, Robbie Schmittner, Steve Bogaerts, Harry Hicks, Wulf Schubert, Sabine Schnittger, Andres Labarthe, Daniel Hutňan, Miroslav Manhart, Radoslav Husák, Zdeněk Motyčka, Michal Megela, Jan Sirotek, Kamila Svobodová, Radek Jančar, Miloslav Dvořáček, Petr Chmel, Martin Hutňan, Karol Kýška, Radoslav Teichmann, Šárka Stěpánová 1998 – 2012

Drawn: Miloslav Dvořáček, Radoslav Husák, Daniel Hutňan, Karol Kýška, Zdeněk Motyčka, Jan Sirotek, Kamila Svobodová, Radoslav Teichmann 2003 – 2012

Compiled: Daniel Hutňan

Digitized: Anna Hutňanová

Figure 6. Map of Sistema K'oox Baal, Quintana Roo, Mexico.



Figure 7. Speleothems in eastern part of Sistema Sak Kay (photo by K. Kyska).



Figure 8. The first discovered parts in Sistema Yum Kaax (photo by Z. Motyčka).

Kaax system, where the team made substantial discoveries in just one week, extending the cave's length to 4 km. Additionally, over 500 m of dry passages were mapped in the new cenote Nuuk Wuuts, which was later connected with the ZBK cave to form a 1.4 km long system. Further exploration in both Yum Kaax and Nuuk Wuuts led to the connection of both caves into one system with a total length of 7.5 km. The exploration in the Tatich cave also continued, resulting in the discovery of another 2 km of corridors, bringing the total length of Sistema Tatich to 15,924 m (Figure 9).

- The subsequent years, 2021 and 2022, were challenging due to the COVID-19 global pandemic, which led to a reduction in the activities of the speleological societies in the Riviera Maya. Nevertheless, the teams managed to organize two trips to the area and continued their exploration in Yum Kaax. They discovered several large halls in different parts of the cave through very small passages, adding 3.7 km of new passages and bringing the total length of Yum Kaax to 11,187 m. Additionally, the team explored a new cenote named Mahaguya and surveyed 873 m of new passages. Despite the challenges posed by the pandemic, the CSSS persevered in their explorations, uncovering more of the underground landscape and cave systems in the Riviera Maya, and adding valuable information to our understanding of this unique ecosystem (Motycka & Kyska, 2022; Motycka, 2022).

METHODS - CENOTE IDENTIFICATION, CAVE EXPLORATION AND SURVEY, AND DATA PROCESSING

The methods employed by the CSSS for cenote

identification, cave exploration, and surveying involved a combination of traditional techniques, local knowledge, and specialized equipment for cave diving.

Cenote Identification

1. Satellite Images: satellite images from Google Earth were regularly used, but they only showed lagoons and large cenotes. Most cenotes were completely invisible on these images.

2. Local Knowledge: the most important tool for finding new cenotes was the knowledge of landowners and local residents. They provided valuable information and advice, leading to the discovery of many new cenotes.

3. Ground Exploration: explorers spent hundreds of hours with machetes in hand, physically exploring the dense vegetation to locate and access the cenotes. The exact coordinates of cenotes were not published to respect the landowners' wishes.

Cave Exploration and Survey

1. Cave Diving Techniques: cave diving techniques were used for exploring the underwater sections of the cenotes. Divers used classic arrangements of tanks carried on the back (backmounts) and on the side of the body (sidemounts) based on the cave's profile.

2. Air and Nitrox Tanks: due to shallow water depth, divers used air and Nitrox tanks for breathing during the dives. Additional tanks were used for longer dives, and underwater scooters were used for covering long distances.

3. Guide Line: a guide line was carefully installed in the cave to ensure the diver's safe return to the

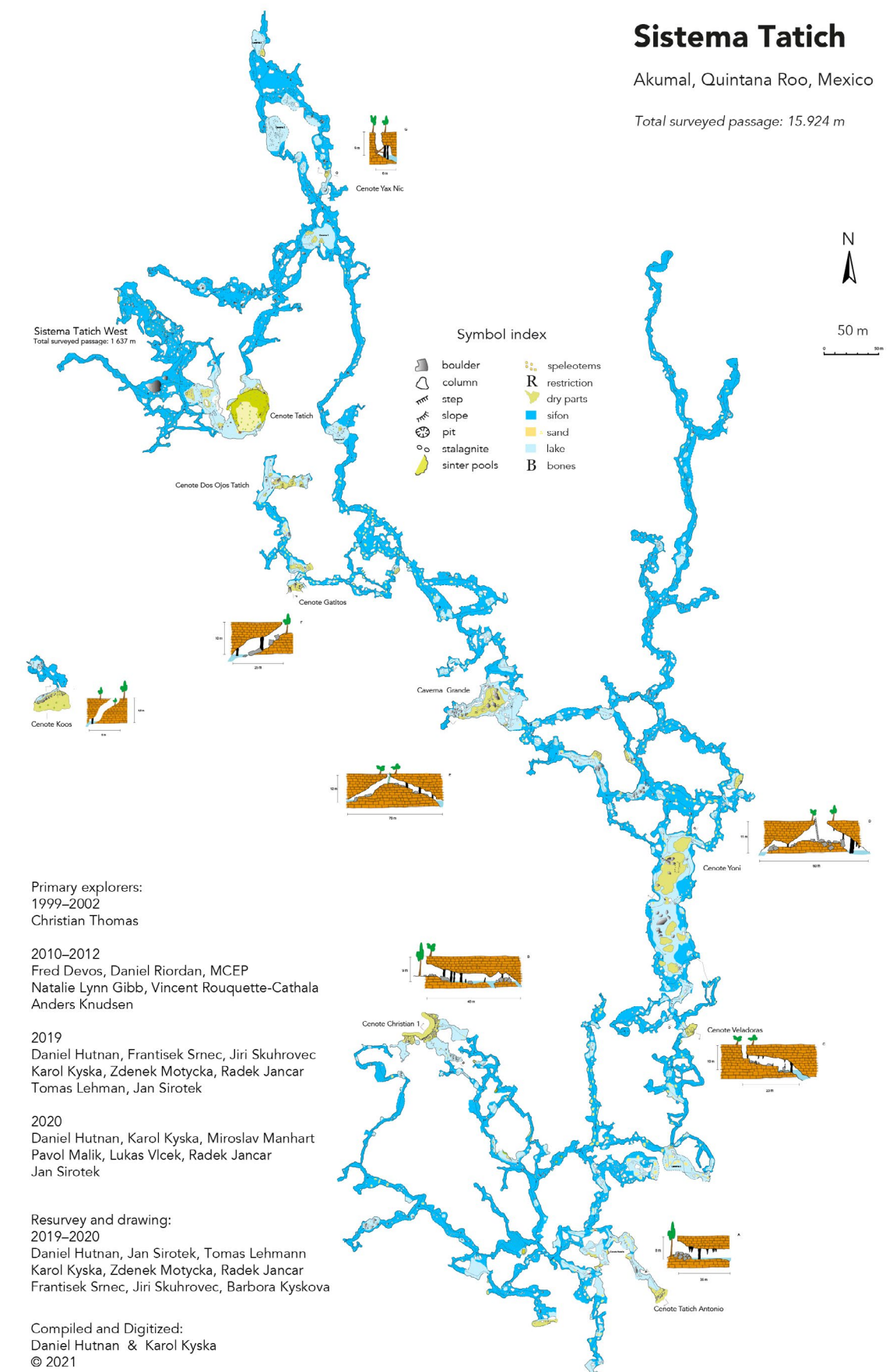


Figure 9. Map of Sistema Tatich, Quintana Roo, Mexico.

entrance. The line also served for orientation as divers advanced through new spaces.

4. Mapping Techniques: electronic devices for determining length, direction, and gradient could not be used. Instead, divers relied on traditional methods such as a diver's line, compass, and depth gauge.

5. Hand Drawing Technique: underwater, divers used a notepad to write down measured distances, angles, and depths. For drawing cave contours, walls, ceilings, and other objects, the hand drawing technique was used (Figure 10).

6. Data Processing: after diving, the collected data was entered into a computer using Compass software. The cave's polygon, along with all the drawings of cave contours and features, was re-drawn on paper at an appropriate scale. Each

page of the map was scanned and digitized for further analysis and documentation.

The use of both traditional methods and modern technology proved to be instrumental in the exploration and documentation of extensive cave systems and cenotes in the Riviera Maya. For the dry parts of the caves, a paperless method for surveying was employed, which streamlined the data collection process and enhanced efficiency. The following methods and technologies were used:

****Paperless Cave Surveying****

1. Laser DistoX Device: a laser DistoX device was used for collecting basic data of cave polygons and wall contours. The DistoX measures distances with high accuracy, which is essential for creating precise cave maps.



Figure 10. Mapping of underwater cave passages (photo by K. Kyska).

2. Personal Digital Assistant (PDA): the collected data from the DistoX was immediately transferred to a PDA equipped with specialized Pocket Topo software. This allowed the surveyors to view the data on the PDA and draw cave walls and important details directly in the field.

3. Data Processing: after the surveying, all the data from the DistoX and PDA were downloaded to a computer for further processing.

4. Therion Software: the collected data was processed using sophisticated Therion software, which is designed for cave surveying and cartography. It helped draw the final maps with high accuracy and detail.

****Photo Documentation****

All discovered caves were extensively photo-documented, capturing the unique features and formations found in the underground landscape. This documentation serves as a visual record of the explorations and discoveries made by the speleologists.

****Filmmaking****

The exploration and significant discoveries were not only documented through traditional surveying and photography but also through two films produced by the CSSS. These films likely helped showcase the achievements and unique beauty of the underground landscape in the Riviera Maya to a broader audience.

The combination of traditional cave surveying techniques with modern tools like laser DistoX, PDA, and sophisticated software enabled the exploration team to create accurate and detailed maps of the cave systems. These maps, along with the extensive photo documentation and

films, have contributed significantly to our understanding of the unique underground landscape and ecosystem of the Riviera Maya.

The explorations carried out by the CSSS have led to the discovery of several significant caves in the Riviera Maya region, each with its unique characteristics and features:

****Sistema K'oox Baal****

- Length: 75,380 m

- Maximum depth: 26.2 m

- Description: this cave system consists of 44 entrances, ranging from large collapsed cenotes to inconspicuous holes. It is characterized by numerous parallel large tunnels following a dominant NW-SE direction. These tunnels are several km long, 5 to 40 m wide, and 2 to 5 m high, adorned with speleothems and collapsed boulders (Figure 11). The main tunnels often have branches in all directions and may make loops leading back to the main passages or end in narrow corridors. The discovery of animal skeletons and bones, including the entire skeleton of a new animal species, a type of giant sloth, added to the significance of this cave system (Figure 12).

****Sistema Sak Kay****

- Length: 13,389 m

- Depth: 13.7 m

- Description: located northwest of K'oox Baal, this cave system has 10 entrances. It comprises two distinct parts. The western part consists of cave passages trending N-S, with few branches leading mainly to the west and ending in narrow corridors. The southwest part is characterized by



Figure 11. Breakdown boulders in K'oox Baal Cave System (photo by R. Husak).



Figure 12. Skeleton of giant sloth found in K'oox baal Cave System (photo by M. Manhart).

a dark covering on cave walls and speleothems, making orientation challenging due to light absorption. The eastern part features a labyrinth of shallow smaller corridors with an abundance

of white speleothems. Some sections have air-bells and underwater passages leading to larger dry parts (Figure 13).

****Sistema Yum Kaax****

- Length: 11,187 m

- Maximum depth: 19 m

- Description: unlike other described systems, Yum Kaax is primarily a dry cave system with nearly all passages above water level. It has 7 entrances and is located southeast of Sistema Sak Kay. The cave system has no specific general direction and alternates between large halls and narrow connecting corridors. Some of the connections may have water during higher water levels. Abundant speleothems, especially thin, long stalagmites, and stalactites, adorn the cave passages (Figure 14). Spaces like Tarantula Hall and Lake Hall showcase unique beauty in this dry cave system (Figure 15, Figure 16).

****Sistema Tatich****

- Length: 15,924 m

- Depth: 9.3 m

- Description: this cave system comprises 9 entrances, mostly large cenotes with significant dry parts. It is located in the northeast part of the project area. The dominant features of the cave system are two tunnels several km long, with some side passages. One tunnel leads from north to south, while the second one follows a northwest-southeast direction and joins the first tunnel in the central part of the system with smaller corridors. The tunnels are 5 to 20 m wide and up to 5 m high, with massive columns in some parts and several open water areas. The southernmost part of the system consists of a labyrinth of small, shallow sections with many open lakes (Figure 17).

****Sistema Cangrejo - Ich Kin****

- Length: 7,511 m

- Depth: 21 m

- Description: located north of K'oox Baal, this cave system has 3 entrances. The main passages are two tunnels, with one following a northwest-southeast trend and being over 2 km long. The central part of this tunnel has numerous branches going in different directions and several loops. The second tunnel is exceptionally huge, measuring 40 m wide and 6 m high. The walls are covered with dark sediment, similar to the southeast part of the Sak Kay cave system located to the north. The southernmost part of the Cangrejo - Ich Kin cave system is not far from known passages in K'oox Baal, raising the possibility of future connections between the two systems (Figure 18).

These discovered caves in the Riviera Maya have enriched our understanding of the region's underground landscape and ecosystem. The extensive lengths and diverse formations of these cave systems have provided valuable insights into the geological history and unique biodiversity of the area. The combination of traditional cave exploration techniques with modern technology has been instrumental in documenting and mapping these caves, ensuring that their significance is well-preserved and understood for future research and conservation efforts.

Other notable caves in the area discovered by members of the CSSS include:

- Sistema Joolis: Length 6,302 m

- Dzonot Zebra: Length 2,443 m



Figure 14. Amazing speleothem decorations in Nem To Dome in Sistema Yum Kaax (photo by J.Sirotek).



Figure 15. Emerald green lake in Lake Hall in Sistema Yum Kaax (photo by J. Sirotek).

Sistema Sak Kay

Chemuyil, Quintana Roo, Mexico

Sak Kay surveyed passage: 13.389 m

Explored and surveyed:
2014 - 2017

Zoltán Agh	Tomaš Mokry
Daniel Hutnan	Zdeněk Motyčka
Radek Jancar	Bill Phillips
Vít Kaman	Michal Plankenbuchler
Erik Kapucian	Ivan Poláček
Karel Kyska	Jan Sirotek
Rafał Krzewiński	Tomaš Urban
Lukáš Kubíčina	Martin Vacek
Miroslav Manhart	Martin Vrábel
Pavol Malik	

Digitized and edited:
2017
Anna Hutnanova D. Hutnan

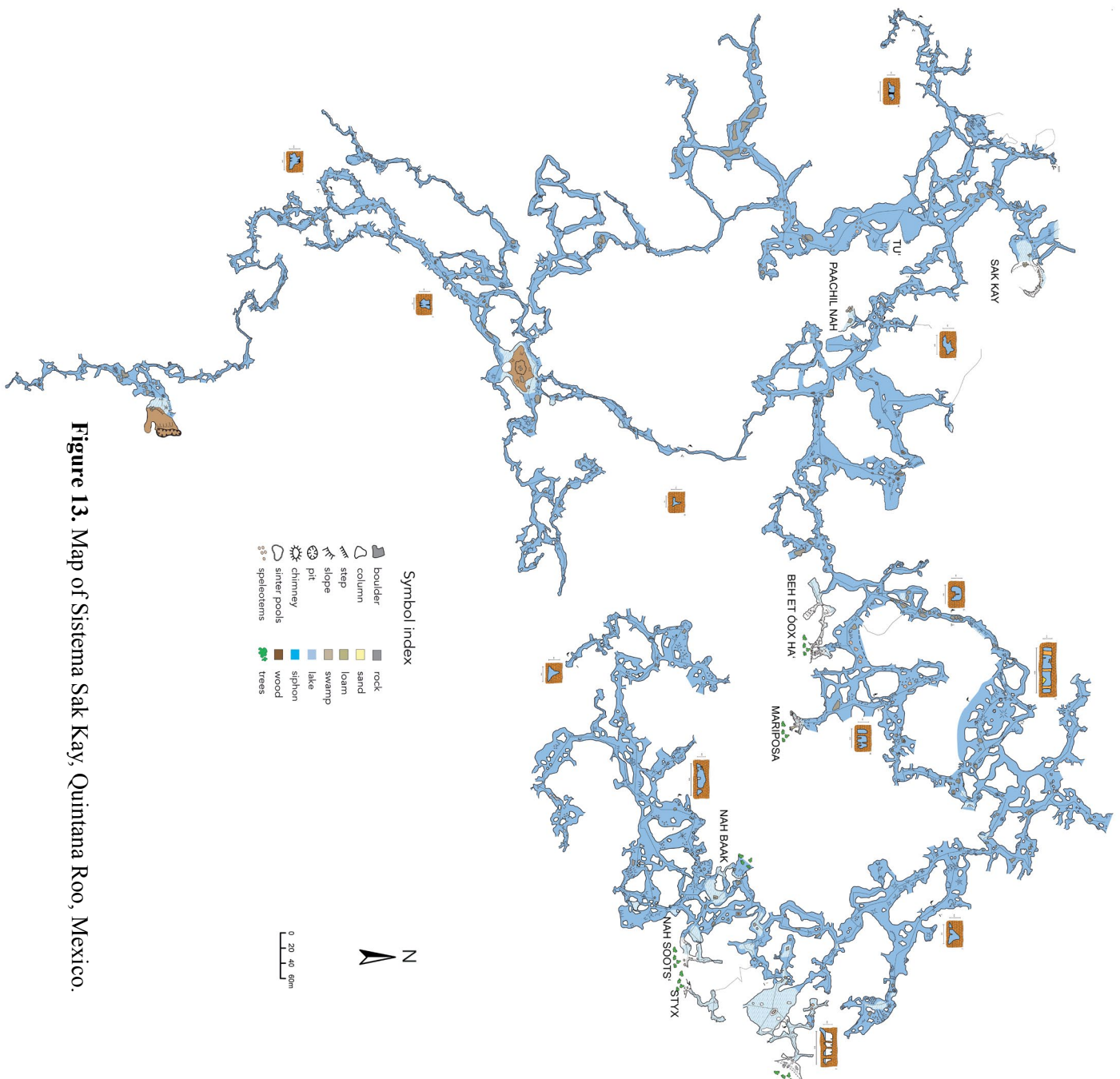


Figure 13. Map of Sistema Sak Kay, Quintana Roo, Mexico.

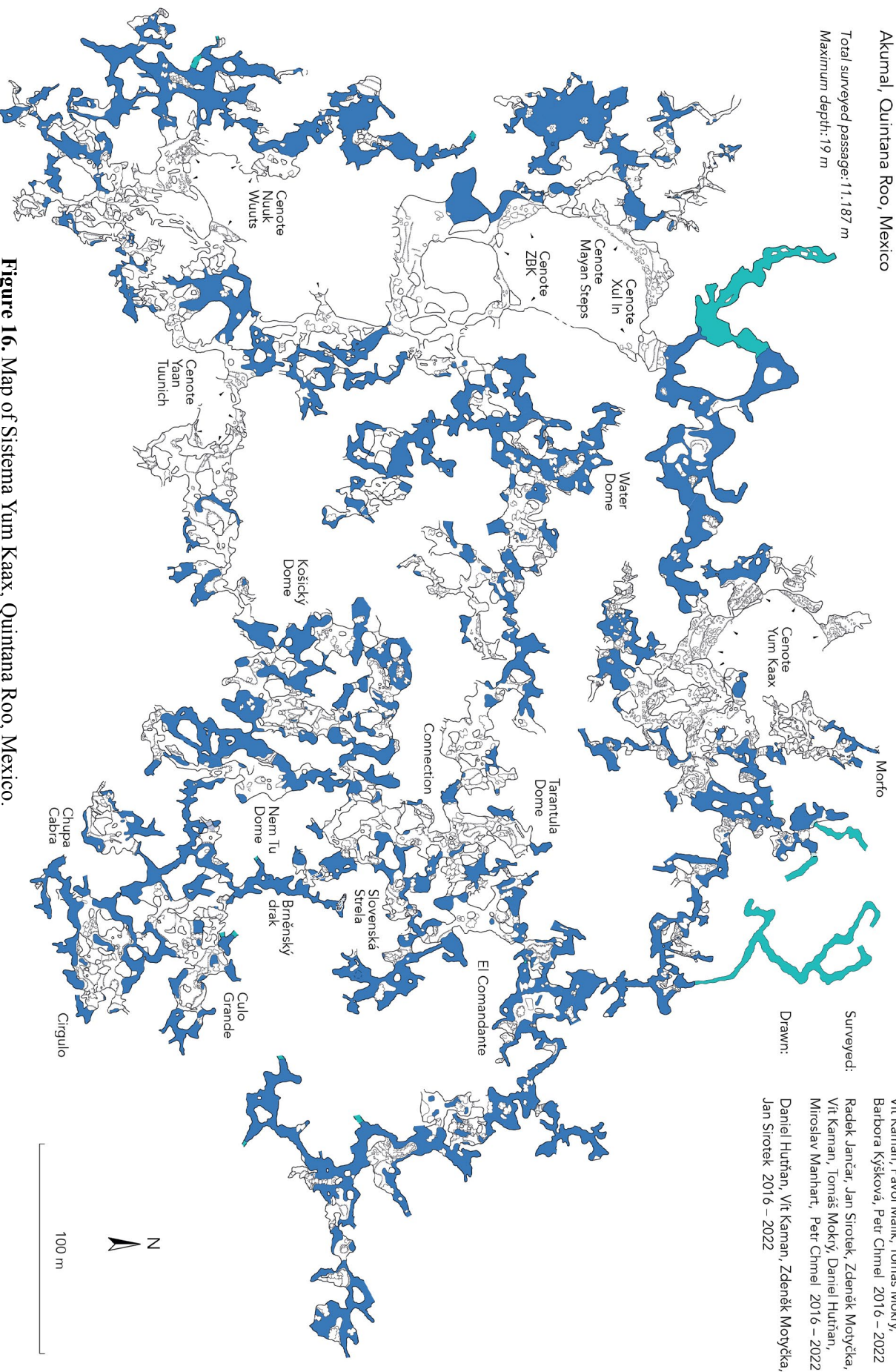


Figure 17. Diving in shallow cave passages in Sistema Tatich (photo by K. Kyska).

Sistema Yum Kaax

Akumal, Quintana Roo, Mexico

Total surveyed passage: 11,187 m
Maximum depth: 19 m



Explored: Zdeněk Moryčka, Radek Jančar, Jan Sirotek, Daniel Huřňan, Karol Kyška, Miroslav Manhart, Vít Kaman, Pavol Malík, Tomáš Mokry, Barbora Kyšková, Petr Chmel 2016 – 2022

Surveyed: Radek Jančar, Jan Sirotek, Zdeněk Moryčka, Vít Kaman, Tomáš Mokry, Daniel Huřňan, Miroslav Manhart, Petr Chmel 2016 – 2022

Drawn: Daniel Huřňan, Vít Kaman, Zdeněk Moryčka, Jan Sirotek 2016 – 2022

Figure 16. Map of Sistema Yum Kaax, Quintana Roo, Mexico.

Through their efforts, hundreds of cenotes were explored, and dozens of caves of significant length were discovered. The longest cave, Sistema K'oox Baal, stretches an impressive 75,380 m, making it one of the longest underwater caves in the world. Three other caves exceeded 10 km in length, and two more surpassed 5 km. In total, an impressive 138 km of new cave passages were discovered and meticulously mapped in Quintana Roo.

This exceptional achievement would not have been possible without the support, help, and friendship of various individuals and organizations, including Bil Philips (deceased), Jim Coke, Jorge Gonzales Pacheco, Jacobo Pacheco, Robbie Schmittner, Nadia Berni, David Sieff, Don Cupertino Maas, Dennis Niedermaier, and Manuel Orvañanos Urrutia.

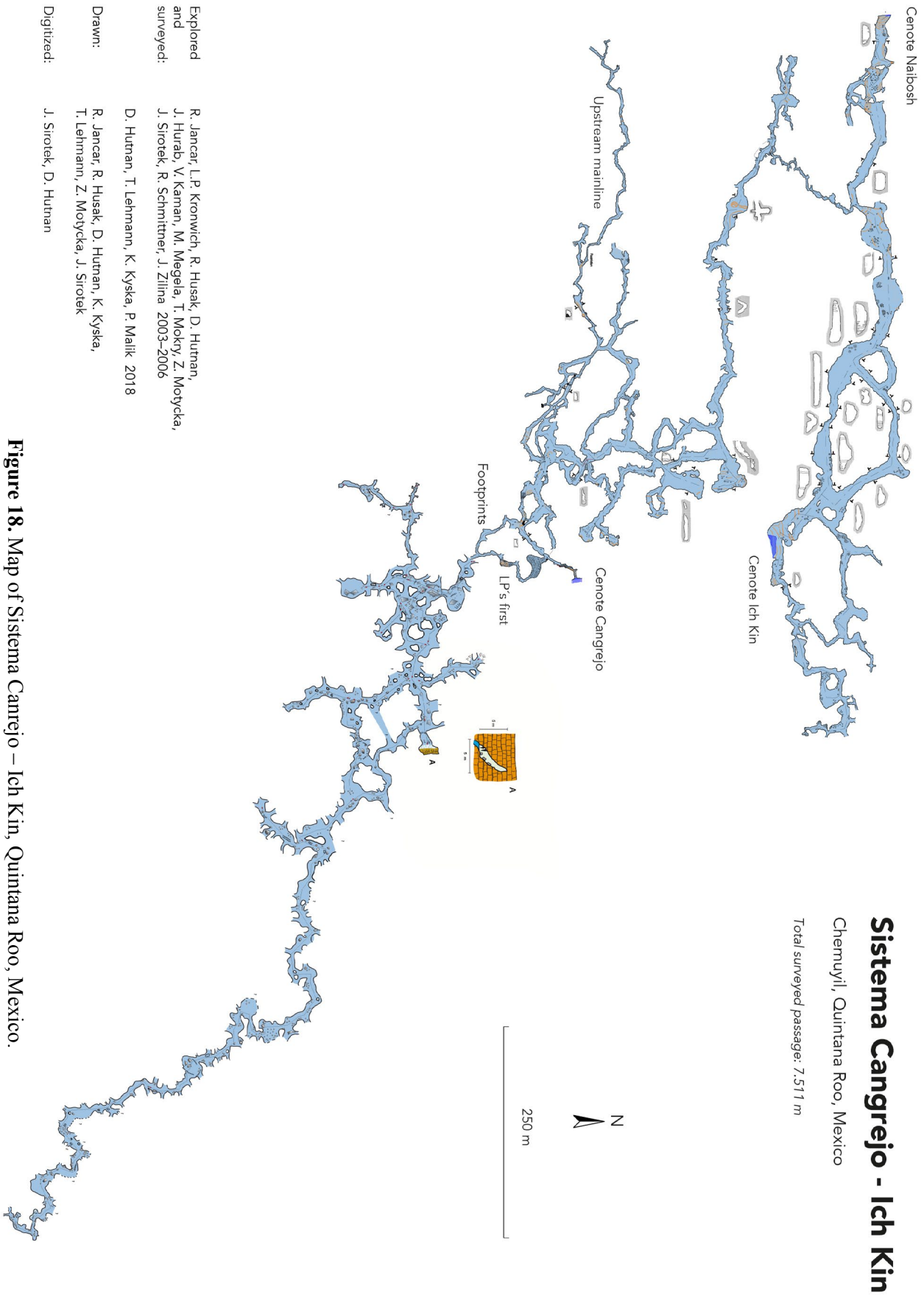
The dedication and passion of the speleologists from the CSSS have significantly contributed to our understanding of the unique underground landscape and ecosystem of the Riviera Maya. Their work stands as a testament to the importance of exploration and scientific research in preserving and appreciating the wonders of our natural world.

- Cenote Carita: Length 1,360 m
- Cenote Nautilostotl: Length 1,067 m
- Cenote Mahaguya: Length 873 m
- Cenote Luuk Hool: Length 872 m
- Cenote Ash Puk: Length 650 m
- Cenote Lian: Length 648 m
- Cenote Shoot's Hool: Length 589 m

These discovered caves, along with others in the Riviera Maya, have added to the richness of the region's underground landscape and have expanded our knowledge of its unique ecosystem and geological history. The efforts of the CSSS have been instrumental in uncovering and documenting these extensive cave systems and cenotes, further enhancing our understanding of this fascinating area.

****Summary****

The speleological expeditions conducted by the CSSS in Quintana Roo, Mexico, between 2003 and 2022 have been a remarkable success, leading to the exploration and mapping of numerous cenotes and significant cave systems in the region. A total of 23 expeditions involved 34 dedicated speleologists, who tirelessly worked to uncover the mysteries of the underground landscape.



Explored and surveyed:
R. Jancar, L.P. Kronwich, R. Husak, D. Hutnan, J. Hurab, V. Kaman, M. Megela, T. Mokry, Z. Motycka, J. Sirotek, R. Schmittner, J. Zilina 2003-2006

Drawn:
D. Hutnan, T. Lehmann, K. Kyska, P. Malik 2018

Digitized:
R. Jancar, R. Husak, D. Hutnan, K. Kyska, T. Lehmann, Z. Motycka, J. Sirotek

Digitized:
J. Sirotek, D. Hutnan

Figure 18. Map of Sistema Cangrejo – Ich Kin, Quintana Roo, Mexico.

INTRODUCCIÓN

La Unión Internacional de Espeleología (UIS, por sus siglas en francés) es una organización internacional sin fines de lucro que fue constituida en 1965 y tiene como objetivo promover la interacción entre académicos y deportistas para desarrollar los aspectos científicos, técnicos, culturales, sociales y económicos, derivados del estudio de las cavernas y el karst. El primer Congreso de Espeleología se realizó en Valencia, Francia en 1949; su siguiente fue edición realizada en París, Francia, en 1953; entonces, la comunidad espeleológica europea tomó la decisión de conformar a la UIS. Actualmente, esta institución está constituida por miembros de 57 países, entre los que se encuentra México.

El XVIII Congreso Internacional de Espeleología (ICS, por sus siglas en inglés) tuvo lugar en las instalaciones del centro educativo Savoie Technolac, en la ciudad de Savoie Mont Blanc, Francia, del 24 al 31 de julio del 2022 (Figura 1). Durante los 8 días que duró la dieciochava edición del ICS, este fue el espacio para que los miembros de instituciones educativas y agrupaciones espeleológicas compartieran los resultados de investigaciones y exploraciones con la comunidad internacional.

La delegación mexicana que asistió de manera presencial a la última edición del congreso estuvo compuesta por seis compañeros: Alma Jiménez Terán (ADME-UNAM, ERM), Luis Omar Calva Pérez

(G-PES), Raquel Daza (PKN-UNAM), Roberto Rojo (Cenotes Urbanos) y María de los Ángeles Verde Ramírez (ADME-UNAM), todos ellos asociados a la Unión Mexicana de Asociaciones Espeleológicas (UMA-E); y Salvador Trejo Pelayo (PKN-UNAM). Adicionalmente, compañeros de otros grupos mexicanos participaron por vía remota en diversas competencias durante el evento con excelentes resultados.

ACTIVIDADES DEL CONGRESO

Durante el congreso se impartieron 20 sesiones de conferencias científicas que versaban en diversos temas tales como: karstología, exploración, depósitos en cuevas, espeleogénesis y geomorfología, geohidrología, climatología biología, arqueología y paleontología, topografía, historia de la espeleología, pseudokarst, cuevas de hielo, cuevas artificiales, cuevas volcánicas, técnicas y materiales, espeleoescate, buceo en cuevas, aspectos socioeconómicos, medicina y una sesión específica para describir las actividades del Año Internacional de las Cuevas y el Karst.

Respecto a la participación de mexicanos en estas sesiones científicas se registraron cuatro trabajos, mismos que se enlistan a continuación (Tabla 1; Figura 2) y cuyo resumen se encuentra en el anexo de este artículo.

Adicionalmente, Alma Jiménez Terán, representante de Espeleo Rescate México (ERM), asistió para fungir como enlace de comunicación para la colaboración de



Figura 1. Cartel publicitario del XVIII Congreso Internacional de Espeleología. Imagen tomada de la página del evento (Federación Francesa de Espeleología, 2022a).

Tabla 1. Ponencias impartidas por la delegación mexicana en el XVIII Congreso Internacional de Espeleología.

No	Ponencia	Autores	Grupo
1	Speleothems and mineralogies in lava tubes of Mexico	Raquel Daza*, Rafael López Martínez, Ramón Espinasa Pereña y Ricardo Barragán	Instituto de Geología de la UNAM – Laboratorio de Carbonatos y Procesos Kársticos – Proyecto Karstológico Nacional
2	Mammals and birds cave use in the Sonoran desert, Mexico	Omar Calva* y Reyna A. Castillo-Gámez	Grupo Pionero Espeleológico de Sonora
3	Advances in the speleogenetic characterization of the flank margin caves from Cozumel island, México	Hugo E. Salgado-Garrido, Salvador Trejo-Pelayo*, Rafael López-Martínez, Ricardo Barragán, German Yáñez y Luis Mejía-Ortíz	Instituto de Geología de la UNAM – Laboratorio de Carbonatos y Procesos Kársticos – Proyecto Karstológico Nacional
4	GEU-UNAM Explorations in Plan de Escoba, Huautla de Jiménez, Oaxaca, 2016 to 2019	María De Los Ángeles Verde Ramírez*, Ramsés Alejandro Miranda-Gamboa, Alan Warild, Benno Wolfgang Fiehring, Gustavo Vela Turcott y David Cilia-García	Área de Espeleología Asociación de Deportes de Montaña y Escalada de la UNAM. Grupo Espeleológico Universitario



Figura 2. Imágenes capturadas durante las pláticas de grupos mexicanos. A) Raquel Daza, sesión de Pseudokarst. B) Omar Calva, sesión de biología. Fotografía: Omar Calva. C) Salvador Trejo, sesión de espeleogénesis. Fotografía: Ángeles Verde. D) Angeles Verde, sesión de exploración. Fotografía: Salvador Trejo.

estas entidades con otras asociaciones para próximas sinergias de trabajo.

Entre otras actividades, durante el congreso se llevaron a cabo exposiciones y competencias de técnicas de progresión, topografía, cine y fotografía, así como exposiciones de arte (Figura 3). México participó con dos documentales en el “UIS Festival Film 2022”: 1) “vBeyond The Desert”, creado por Anna Zayas, Sergio Castellón, Omar Calva y los productores Mynor Cordon y Daviana Ley; en este, se muestra la exploración de cuevas desérticas en los poblados de San Miguel de Horcasitas y Carbó, en el estado de Sonora, así como la flora y fauna de la región, dejándonos con un bello mensaje de conciencia ecológica. 2) “Recuperando la obscuridad”, producido y creado por el Club de Aventuras Verticales y Espeleología (CAVE), liderado por el espeleólogo Homero Reséndiz Rivas, narra la historia de un grupo de espeleólogos y voluntarios que han dedicado más de un año de esfuerzo, constancia y recursos propios para lograr limpiar un sótano de 75 metros de profundidad dentro de la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí. Este proyecto es un excelente ejemplo de cómo los espeleólogos podemos generar conciencia ecológica en nuestro entorno y ayudar a proteger el mundo subterráneo. Este último documental logró obtener el primer lugar dentro del UIS Film Festival 2022 en la modalidad de Amateur (Figura 4).

Entre las actividades adicionales del congreso también se podían visitar libremente 25 cuevas equipadas por la Federación Francesa



Figura 3. A) Fotografía de la competencia de técnica denominada Speolimpics B) Competencia de fotografía de cuevas (imágenes tomadas de Federación Francesa de Espeleología, 2022b). C) Alma Jiménez y Efraín Mercado, presidente de la Federación Espeleológica de América Latina y el Caribe (imagen tomada de Federación Francesa de Espeleología, 2022b). Fotografía: Ángeles Verde.

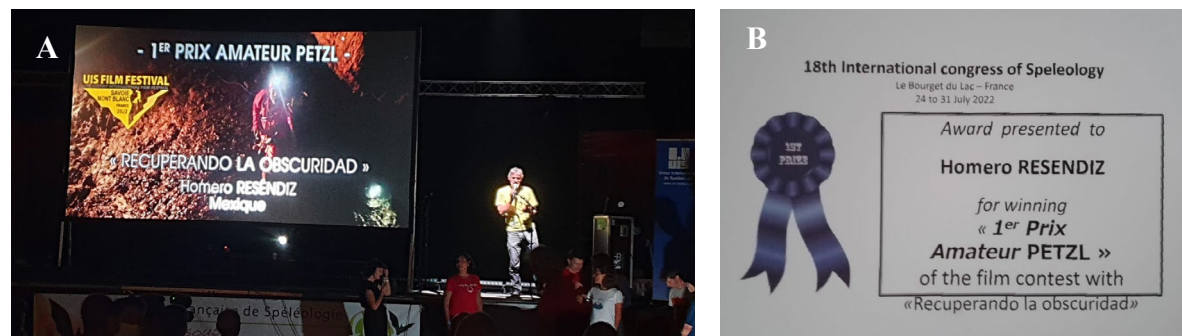


Figura 4. A) Alma Jiménez en la ceremonia de premiación del UIS Film Festival, donde se otorgó el primer lugar, en la categoría de Amateur, al documental mexicano “Recuperando la obscuridad”. B) Reconocimiento entregado al grupo CAVE. Fotografías: Giorgio Pannuzzo.

de Espeleología, las cuales contaban con diversos niveles de dificultad, además, era posible asistir a una de las 10 excursiones a lugares emblemáticos de la zona, como el Glaciar del Mont Blanc, la ciudad de Lyon y cuevas turísticas.

REUNIÓN DE DELEGADOS

Durante el congreso, también se llevaron a cabo dos sesiones de trabajo en la que participaron los delegados de cada país, en este caso, México fue representado por Ángeles Verde, siendo el resultado más importante de estas reuniones la elección de la nueva Mesa Directiva de la UIS y el reporte de resultados de las comisiones de Arqueología y Paleontología, Cuevas Artificiales, Artes, Bibliografía, Biología, Buceo de Cuevas, Mineralogía de Cavernas, Rescate en Cuevas, Educación, Glaciares y Cuevas de Hielo, Historia de la Espeleología, Informática, Protección del Karst y Cuevas, Hidrogeología, Cuevas Largas y Profundas, Materiales y Técnicas, Paleokarst, Química e Hidrogeología, Pseudokarst, Espeleoterapia y Cuevas Volcánicas. Otra actividad trascendental durante la sesión de trabajo fue la inclusión de cinco nuevos países a la UIS: Armenia, Chipre, India, Libia, Malasia

y Marruecos; estas inclusiones se votaron y no hubo oposición alguna.

La UMAE, con el objetivo de involucrarse con las actividades de la Mesa Directiva de la UIS, postuló a Omar Calva para una Secretaría Adjunta.

Después de las votaciones de delegados, la nueva Mesa Directiva de la UIS, hasta julio de 2025, quedó conformada de la siguiente manera (Figura 5):

- Presidenta: Dra. Nadja Zupan Hajna (Eslovenia)
- Secretario General: Dr. Johannes Mattes (Austria)
- Vicepresidente de Administración: Zdenek Motyčka (República Checa)
- Vicepresidente de Operaciones: Nivaldo Colzato (Brasil)
- Tesorero: Dr. Mladen Garašić (Croacia)
- Secretarios Adjuntos: Prof. Jose Calaforra (España), Ged Champion (Reino Unido), Marc Mentens (Filipinas), Dr. Mario Parise (Italia), Dra. Patricia Seiser (Estados Unidos), Nathalia Uasapud (Colombia) y Bärbel Vogel (Alemania).



Figura 5. Integrantes de la nueva Mesa Directiva de la UIS (de izquierda a derecha): José María Calaforra (Secretario Adjunto/España); Patricia Seiseur (Secretaria Adjunto/ Estados Unidos); Mario Parise (Secretario Adjunto/Italia); Johannes Mattes (Secretario Adjunto/Austria); Mladen Garašić (Tesorero/Croacia); Gerard Champion (Secretario Adjunto/Reino Unido); Zdeněk Motyčka (Vicepresidente de Administración/República Checa); Nadja Zupan Hajna (Presidenta/Eslovenia); Bärbel Vogel (Secretario Adjunto/Alemania); Nivaldo Colzato (Vicepresidente de Operaciones/ Brasil); Nathalia Vanessa Uasapud Enríquez (Secretaria Adjunto/Colombia) y Marc Mentens (Secretario Adjunto/Bélgica).

Antes del cierre de la sesión de delegados, el compañero Roberto Rojo, biólogo y activista, dirigió unas palabras a la nueva Mesa Directiva y a los delegados presentes, en las que comentó las problemáticas que están surgiendo a raíz de la construcción del controvertido proyecto Tren Maya y solicitó el apoyo por parte de la UIS y la UNESCO para resaltar la importancia de las cuevas y acuíferos kársticos de la península de Yucatán, a fin de que el gobierno mexicano reconsidere modificaciones en el proyecto. La nueva presidenta, la Dra. Nadja Zupan, comentó que harían todo lo posible por emitir una recomendación a las autoridades mexicanas y concientizarlas de la problemática ambiental que surgirá a raíz de este proyecto (Figura 6).



Figura 6. Roberto Rojo exponiendo algunos de los problemas ambientales relacionados con el karst a la mesa directiva de la UIS. Fotografía: Ángeles Verde.

CONCLUSIONES

La asistencia a este tipo de eventos representa una excelente oportunidad para aprender sobre los nuevos avances en los estudios internacionales de karstología, biología, hidrogeología, materiales, software y técnicas. Asimismo, nos permite crear enlaces con otras asociaciones para futuras sinergias de trabajo e intercambio de conocimientos. Al ampliar nuestra visión, podremos realizar nuevas propuestas y acciones que ayuden a entender y proteger al karst mexicano y sus cuevas.

La delegación mexicana tuvo una participación exitosa, por lo que exhortamos a la comunidad espeleológica mexicana a participar en futuras ediciones de este congreso presentando sus resultados de investigación y exploraciones nacionales que, sin duda, tienen una excelente calidad.

El próximo congreso se realizará en julio del 2025 en Brasil, por lo que hay tiempo suficiente para prepararnos y fomentar la profesionalización de la espeleología nacional (Figura 7).



Figura 7. Poster publicitario del XIX Congreso Internacional de Espeleología, que se llevará a cabo en Belo Horizonte, Brasil, en julio del 2025.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Mesa Directiva de la Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas (2017-2022 y 2022-2025) por su apoyo para la asistencia a este evento. Asimismo, agradecemos

el soporte brindado por el Consejo Técnico de Asociación de Deportes de Montaña y Escalada y la Dirección General del Deporte Universitario de la Universidad Nacional Autónoma de México.

ANEXO

Resúmenes de los trabajos mexicanos presentados en las sesiones científicas de Pseudokarst, Biología, Espeleogénesis y Exploración.

1. SPELEOTHEMS AND MINERALOGIES IN LAVA TUBES OF MEXICO

Raquel Daza^{1*}, Rafael López-Martínez^{1†}, Ramón Espinasa-Pereña¹ & Ricardo Barragán[®]

¹*Institute of Geology, National Autonomous University of Mexico, México.*

^{*}*rdaza.brunet@gmail.com (corresponding author); [†]rafaelopez83@hotmail.com*

¹*respinasa@yahoo.com.mx / [®]ricardor@geologia.unam.mx*

Abstract

Volcanic caves in Mexico are abundant, yet most of them remain scientifically unresearched and only a few studies have been published to date. Simple and labyrinthic lava tubes show many speleothems formed mainly by non-crystalline minerals (opal, allophane and iron oxy/hydroxides). In Morelos State, Chimalacatepec Master tube, and Iglesia-Mina Superior lava system with a great number of lava tubes intercalated present different types of siliceous speleothems active. These were classified like usual morphologies: stalactites, stalagmites, flowstones, coralloids and rare biospeleothems: cookie-like (terrestrial stromatolites) and biocoralloides formed by opal-calcite microlaminations that can be sometimes covered by moonmilk. All of them have measures from a few millimeters to centimeters. The opal-calcite alternations and microbial insights in their growth suggesting biotic and abiotic precipitation driven by seasonal changes in environmental conditions. However, in Veracruz State, the Cueva Chica de Rancho Chico lava tube show the largest iron oxy/hydroxides speleothems found in México, being big groups of stalactites, stalagmites, columns and flowstones. Finally, Moctezuma cave is a fossil lava tube that have fossil speleothems formed by opal, calcite and oxides of Mn. This variety of mineralogies and forms can be due to the different ecosystems where they are formed and climate changes within them.

2. MAMMALS AND BIRDS CAVE USE IN THE SONORAN DESERT, MEXICO

Omar Calva¹ & Reyna A. Castillo-Gómez²

¹Universidad de Sonora. Posgrado en Biociencias & Grupo Pionero Espeleológico de Sonora. Luis Donaldo Colosio s/n, Colonia Centro. Hermosillo, Sonora, México, omarcalva13@gmail.com (corresponding author).

²Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Luis Donaldo Colosio s/n, Colonia Centro. Hermosillo, Sonora, México, reyna.castillo@unison.mx

Abstract

In Mexico, diversity of species classified as troglobites and troglophiles has been reported; but species known as troglonexes (occasional users) have not been evaluated to understand their importance in underground environments. During one year (2015-2016), a camera-trap sampling station was installed at entrances of the “Cueva de la Mariana” and “Cueva El Tigre”, located in central of Sonora, Mexico. The cameras were deployed for a total of 662 trap days and capture 237 independent events. We recorded 15 species, 10 medium and large mammal species and five bird species. The most abundant species were the gray fox and the black vulture, while less abundant were the puma and the barn owl. The Cueva El Tigre entrance was used mostly by the gray fox as a shelter for its cubs and feeding site, while the black vulture, provides nesting, breeding, parental care to its offspring until they become adults, and even teaching how to flight. On the other hand, Cueva de la Mariana entrance had similar evidence for the gray fox and black vulture. Our finding show caves are of primary importance for a number of mammals that have long been considered as occasional users. Evidence provides an active movement of the fauna into these arid land caves.

3. ADVANCES IN THE SPELEOGENETIC CHARACTERIZATION OF THE FLANK MARGIN CAVES FROM COZUMEL ISLAND, MÉXICO

Hugo E. Salgado-Garrido^{1,2*}, Salvador Trejo-Pelayo^{1,2†}, Rafael López-Martínez^{2,3‡}, Ricardo Barragán^{2,3¶}, German Yañez⁴ & Luis Mejía-Ortiz⁵

¹Postgraduate in Earth Sciences. National Autonomous University of Mexico (UNAM). 04510, Mexico City, Mexico. *hugoe1617@gmail.com (corresponding author); †salvador.trejo.p@gmail.com

²Karst and Carbonates Laboratory. Institute of Geology. National Autonomous University of Mexico (UNAM). 04510, Mexico City, Mexico. ‡ralopezm@geologia.unam.mx

³Institute of Geology. National Autonomous University of Mexico (UNAM). 04510, 10 Mexico City, Mexico. ¶dirigl@unam.mx

⁴Círculo Espeleológico del Mayab A.C., Isla Cozumel, Quintana Roo, México. yanez.cave@gmail.com

⁵Biospeleology and Carcinology laboratory, Universidad de Quintana Roo, División de Desarrollo Sustentable, Av. Andrés Quintana Roo s/n, Cozumel 77600, Quintana Roo, Mexico. luismejia@uqroo.edu.mx

Abstract

The Cozumel island is composed of young carbonate rocks and represents an excellent example of a simple carbonate island. The karst evolution and geomorphological configuration of the island are related to coastal processes, glacioeustatic changes, and dissolution within the mixing zone. Solutional structures like caves have been documented but poorly studied in the area. Though, a precise speleogenetic characterization of some karst structures will help to elucidate the island's evolution. We describe flank margin caves and banana holes from Cozumel island according to their morphologies and the depositional environment of the host rock. Caves are mainly developed in rocks belonging to the ancient lagoon, strand plains, sand cays, and low-lying islands. The classical flank margin caves are located within the restricted lagoon facies or facies zone (FZ) 8 of Wilson's (1975) model. In contrast, the banana holes are preferentially distributed in the transitional zone between the open lagoon and platform margin (FZ 6-7). This finding suggests that flank margin caves could be related to the last highstand MIS 5e and the then the oldest caves from the island. Simultaneously, the banana holes are associated with strand plain progradation during the subsequent regressive stage and the increase of the Cozumel island area.

4.GEU-UNAM EXPLORATIONS IN PLAN DE ESCOBA, HUAUTLA DE JIMÉNEZ, OAXACA, 2016 TO 2019

María de los Ángeles Verde-Ramírez^{1*}, Ramsés Alejandro Miranda-Gamboa^{1†}, Alan Warild², Benno Wolfgang Fiehring¹, Gustavo Vela-Turcott³ & David Cilia-García¹

*1Asociación de Montañismo de la Universidad Nacional Autónoma de México, Grupo Espeleológico Universitario, Ciudad de México, México. *angelesverde@gmail.com (corresponding author); †ramiga@ier.unam.mx (corresponding author).*

²Australian Speleological Federation.

³Sociedad Mexicana de Exploraciones Subterráneas, Ciudad de México, México.

Abstract

Despite many years of cave exploration in Mexico, some cave regions remain unvisited by cavers. The surface has only been scratched in terms of speleological exploration. From 1985 to 1995 a team of Australian cavers conducted explorations in the area between Santa María Chilchotla and Huautla de Jiménez municipalities, in the Sierra Mazateca in Oaxaca. In order to continue the discoveries in this area, members of the Grupo Espeleológico Universitario of the Universidad Nacional Autónoma de México (GEU-UNAM) have been surveying caves around the Plan de Escoba village. Since 2016 more than 100 cave entrances have been registered, 51 of them were surveyed using Disto X2 and Topodroid. These cave's depths range between -789 to -50 m and are developed preferentially to the north and west. From the morphological point of view, they are mainly caves developed in faults with some paragenetic features in a high uplift region. These explorations are the base for further karstic, archaeological, and biological studies for the UNAM students. Future expeditions will be focused on the cartography of discovered caves and the study of the geomorphological evolution of the region.

REFERENCIAS

Federación Francesa de Espeleología. (29 de diciembre de 2022a). Página oficial del XVIII Congreso Internacional de Espeleología. <https://uis2021.speleos.fr/>

Federación Francesa de Espeleología. (30 de diciembre de 2022b). Página oficial del XVIII Congreso Internacional de Espeleología. Gaceta oficial del congreso "La Gazette du Lac N° 3". <https://uis2021.speleos.fr/infos/la-gazette-du-lac/>

REVISTA MUNDOS SUBTERRÁNEOS

NORMAS EDITORIALES

OBJETIVOS DE LA REVISTA

Mundos Subterráneos es una revista mexicana de divulgación espeleológica que publica trabajos inéditos en español e inglés de forma anual.

La revista se enfoca en la Espeleología, considerando su carácter multidisciplinario y diversidad de perspectivas. La publicación de este medio se encuentra a cargo de la Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas, A.C. (UMAE).

TIPOS DE COLABORACIONES

Mundos Subterráneos publica trabajos que brinden aportaciones originales de corte científico, social o artístico, sobre diversos campos de la Espeleología.

Las colaboraciones pueden ser artículos, reseñas de exploración, topografías de cuevas, estudios sociales o manifestaciones artísticas.

Artículo: documento científico que trata y comunica por primera vez los resultados de una investigación, cuyas contribuciones aportan e incrementan el conocimiento actual en la espeleología en sus diferentes áreas. Su extensión máxima será de 20 cuartillas.

Campos temáticos:

- Biología
- Geología
- Conservación de cuevas
- Educación
- Exploración
- Área Deportiva
- Otros (Turismo, Rescate, etc.)

Reseña de exploración: narración breve en el que se recuenta el trabajo de exploración de una cueva o conjunto de cuevas. Debe tratarse de una aportación original e inédita. Su extensión máxima será de 12 cuartillas.

Topografía de cuevas: representación gráfica de una cueva. Puede ser un trabajo original o la versión mejorada de una topografía ya existente.

Estudios sociales: documento original que trata y comunica la realidad social y el comportamiento humano, cuyas contribuciones incrementan el conocimiento actual en la espeleología desde un enfoque social. Puede tratarse de investigaciones cualitativas o cuantitativas; se permite la publicación de obituarios de espeleólogos y exploradores de América Latina. Su extensión máxima será de 12 cuartillas.

Manifestaciones artísticas: expresión creativa original mediante la cual se comunican las emociones e ideas que la espeleología produce en un individuo o grupo de individuos. Su extensión máxima será de cuatro cuartillas.

IDIOMAS

Los textos pueden remitirse en español o inglés.

FORMATO

Tipo de letra: Times New Roman en todo el documento (cuerpo del texto, cuadros e ilustraciones).

Tamaño de letra: el documento se presentará en 11 puntos para el cuerpo de texto y 12 puntos para el título del artículo.

Alineación: Todo el texto, salvo el título y subtítulos, deberá estar justificado.

Interlineado: 1.5 líneas.

Espaciado posterior de párrafo: 5 puntos.

Márgenes: superior-inferior: 2.5cm; laterales: 3 cm, normal.

Numeración de páginas: todas las páginas deben ir numeradas.

Columnas: a una columna.

Orientación de páginas: vertical en todo el documento.

EXTENSIÓN:

- Artículo: 20 cuartillas (numeradas), incluyendo figuras y tablas.
- Reseña de exploración y estudios sociales: 12 cuartillas (numeradas), incluyendo figuras y tablas.
- Expresiones artísticas: 4 páginas numeradas.

FORMATO DEL CONTENIDO

Título: el título irá centrado, en mayúsculas a 12 puntos y estará redactado en español e inglés. Deberá ser informativo sin exceder las 15 palabras.

Resumen: el resumen estará redactado en español e inglés (abstract), deberá ser conciso y proporcionará un amplio panorama de la investigación (objetivo, método, resultados y conclusiones), sin que sobrepase las 150 palabras.

Palabras clave: se debe proporcionar una serie de entre cinco y ocho palabras o frases clave, redactadas en español e inglés, que faciliten la recuperación de la información.

Cuerpo del manuscrito: se recomienda una estructura específica para la presentación del texto. El orden sugerido es: Introducción o Antecedentes, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos y Referencias.

Agradecimientos: se incluirán después del texto y antes de las referencias.

Ecuaciones: las ecuaciones deberán estar formadas con el editor de ecuaciones de Word.

Unidades de Medición: se recomienda usar el sistema métrico decimal. Las abreviaturas deberán escribirse en minúsculas y sin puntos. Solo los números del uno al diez que se mencionen en el texto deberán escribirse con letra; cantidades mayores aparecerán representadas con número. Se marcará la división entre millares con un espacio en blanco; para separar los números enteros de sus fracciones, cuando las haya, se usará el punto.

Figuras y tablas: las figuras y tablas se colocarán pertinentemente como parte del cuerpo del texto. Las tablas no deben ser imágenes, sino texto editable. Todas las imágenes deben tener alta resolución.

*Nota: cada una de las imágenes debe ser enviada como archivo independiente (formato JPG o PNG), en alta resolución (300 ppp) y respectivamente nombrada.

Referencias: Únicamente la bibliografía mencionada en el texto deberá aparecer en la sección de Referencias. Es necesario cumplir con las siguientes características:

- En formato APA.
- Dentro del texto se usará el formato Autor-Fecha de la 7ma edición del sistema de citación APA.
- Las referencias al final del trabajo deben estar en orden alfabético y cronológico.

ENVÍOS

Los manuscritos deberán enviarse al correo electrónico: revista.mundos.subterranos@gmail.com

Proporcionar en el texto del correo los siguientes datos:

1. Título del trabajo
2. Datos del Autor (es)
 - a. Nombre y apellidos
 - b. Institución de adscripción (si aplica)
 - c. Dirección
 - d. Correo electrónico
 - e. No olvidar señalar al autor de correspondencia
3. Ordenar los datos por grado de autoría.

MUNDOS SUBTERRÁNEOS

ISSN 0188-6215 | No. 32-33 año 2022-2023



Unión Mexicana de Agrupaciones
Espeleológicas, A.C.