



PATRIMONIO NATURAL

COLECCIONES CIENTÍFICAS

DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

IRERI SUAZO ORTUÑO
EDUARDO MENDOZA RAMÍREZ
LEONEL LÓPEZ TOLEDO

Coordinadores

PATRIMONIO NATURAL

COLECCIONES CIENTÍFICAS

DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

DIRECTORIO

Dr. Medardo Serna González
RECTOR

Dr. Salvador García Espinosa
SECRETARIO GENERAL

Dr. Jaime Espino Valencia
SECRETARIO ACADÉMICO

Dr. José Apolinar Cortés
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Mtra. Norma Lorena Gaona Farías
SECRETARIA DE DIFUSIÓN CULTURAL Y EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Dr. Héctor Pérez Pintor
SECRETARIO AUXILIAR

Dr. Ricardo Miguel Pérez Munguía
SECRETARIO PARTICULAR

Dra. Ileri Suazo Ortuño
COORDINADORA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

C.P. Adolfo Ramos Álvarez
TESORERO



PATRIMONIO NATURAL
**COLECCIONES
CIENTÍFICAS**

DE LA **UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



IRERI SUAZO ORTUÑO
EDUARDO MENDOZA RAMÍREZ
LEONEL LÓPEZ TOLEDO

COORDINADORES



Este libro fue evaluado por pares académicos entre los meses de agosto-octubre de 2018 a solicitud del Consejo Editorial del Instituto de Investigaciones Históricas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, entidad que resguarda los dictámenes correspondientes.

QH70.M6
P38
2019

Patrimonio natural: Colecciones científicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás /Irerí Suazo Ortuño, Eduardo Mendoza Ramírez y Leonel López Toledo coordinadores. Morelia, Michoacán de Ocampo, México : UMSNH, 2019.

280 p. : il. ; 28 cm.

Incluye : Índice.

ISBN 978-607-542-062-2

- 1.- UMSNH – Historia natural -- Michoacán de Ocampo, México
- 2.- Historia natural – Museos y galerías – Michoacán de Ocampo, México
- 3.- Museo de Historia Natural Manuel Martínez Solórzano – Catálogos

Primera Edición, 2019

Diseño editorial y de portada **ESMERALDA ITZEL ÁLVAREZ CONTRERAS**

Corrección de estilo **HÉCTOR ALVARADO DÍAZ**

Cuidado de la edición **IRERÍ SUAZO ORTUÑO, EDUARDO MENDOZA RAMÍREZ y LEONEL LÓPEZ TOLEDO**

© Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Av. Francisco J. Múgica s/n, Ciudad Universitaria
C. P. 58030
Morelia, Michoacán
México

ISBN 978-607-542-062-2

Queda rigurosamente prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y la distribución de ejemplares de ella mediante cualquier alquiler o préstamo público, sin la autorización de los titulares del "Copyright", bajo las sanciones establecidas en la Ley Federal de Derechos de Autor.

Impreso y hecho en México.
Printed and made in Mexico.

PRESENTACIÓN

La investigación científica constituye uno de los pilares centrales en torno al cual se cimenta el desarrollo de los países y el bienestar de la sociedad. Reconociendo este hecho, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), realiza un gran esfuerzo para fortalecer en su seno, el quehacer científico en sus distintas facetas. Muestra de ello, es que en los últimos años la UMSNH ha incrementado de manera significativa el número de programas de posgrado reconocidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) así como el número de los académicos que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Esto, junto con la calidad y relevancia de la investigación que se realiza, ha llevado a que la UMSNH se posicione como una de las siete universidades más destacadas del país.

Un elemento de gran importancia para apoyar el desarrollo de investigaciones de distinta índole son las colecciones científicas. El término colecciones científicas en este caso se aplica al conjunto de organismos (plantas, animales, hongos, etc.) o minerales y suelos, que son preservados cuidadosamente en instalaciones especiales de la UMSNH, por el gran valor de información que contienen o por su uso como referencia científica. Fruto del trabajo de su comunidad académica (profesores, investigadores y estudiantes) la UMSNH se precia de contar con un conjunto de colecciones científicas de inmenso valor, a nivel regional y nacional, que destacan por la calidad del acervo que mantienen. En el presente volumen se ponen a disposición de la sociedad algunas de las colecciones científicas más destacadas que alberga la UMSNH. La descripción que se hace de estas colecciones permite atestiguar la privilegiada posición que ocupa nuestro estado en términos de su variedad de



ambientes terrestres, marinos y de agua dulce, así como de climas. Es esta variedad de condiciones la que ha permitido el florecimiento de una extraordinaria diversidad biológica, y de suelos y minerales. Es de destacar que las colecciones que se presentan surgieron, en su mayoría, a mediados de los años setenta como iniciativas aisladas. Sin embargo, con el paso del tiempo y gracias al trabajo con disciplina, rigor y pasión de varias generaciones de universitarios nicolaitas, se han alcanzado mejores condiciones de infraestructura y organización que favorecen la conservación de las colecciones a largo plazo. Por otra parte, la publicación de esta obra reafirma una añeja tradición de labor naturalista en el estado, que incluye personajes tan destacados como Melchor Ocampo, ampliamente conocido por su labor política y poco por su afición a la botánica, y del propio Manuel Martínez Solórzano.

Es así que la UMSNH, a través de la Coordinación de la Investigación Científica (CIC) y el Museo de Historia Natural “Manuel Martínez Solórzano”, recopila y presenta por primera vez información sobre 14 de las colecciones científicas que alberga la institución, cuyos acervos están relacionados con: Plantas (briofitas y vasculares), frutos, hongos, microorganismos, mamíferos, reptiles, anfibios, insectos, aves, peces, parásitos, fósiles, suelos y minerales. Sería imposible enumerar a todos los profesores, investigadores, técnicos y estudiantes que participaron en la tarea monumental de construir estas 14 colecciones que hoy le dan prestigio a nuestra Máxima Casa de Estudios. El presente libro: Patrimonio Natural: Colecciones Científicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se enmarca dentro de la conmemoración de los 100 años de nuestra universidad y qué mejor que celebrarlos poniendo en evidencia, mediante este medio, cómo el talento de los académicos y estudiantes de la UMSNH puede dejar muy en alto el nombre de nuestra querida institución.

Dr. Medardo Serna González

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO.

Noviembre de 2018.



PREFACIO

El avance del conocimiento científico y su aplicación para el desarrollo de estrategias de conservación o políticas públicas, requiere contar con fuentes de información bien organizadas y fidedignas. Existen distintas formas en las que se puede organizar el conocimiento a fin de que sea accesible para su consulta por los especialistas. Una de las formas que tiene mayor tradición y que ha demostrado mayor utilidad son las colecciones científicas.

Las colecciones científicas son, en términos generales, conjuntos organizados de organismos (p. ej., plantas, animales, hongos, minerales y suelos) que permiten contar con información sobre distintos aspectos de nuestro entorno físico, biológico o cultural, actual y del pasado. Requieren de uno o varios especialistas (curadores) que dan certeza sobre la identidad de los ejemplares que las componen, y que junto con un grupo variable de personas, también especializadas, se encargan de la organización y mantenimiento de las mismas en instalaciones que requieren reunir características particulares. Existen lineamientos bien establecidos que regulan la forma como se organizan y mantienen las colecciones científicas, así como instituciones que certifican que éstos se cumplan. De esta manera las colecciones permiten contar con una referencia autorizada para generar y validar el conocimiento científico. Así mismo, las colecciones científicas permiten preservar objetos únicos que atestiguan la historia de nuestro planeta y que de otra forma correrían el riesgo de perderse o de integrarse a colecciones particulares cuyo acceso es limitado o a veces imposible.



Autor: Aslam Narváez, técnica mixta.

Ejemplos de colecciones científicas que son de particular relevancia son las biológicas, de minerales y de suelos. Las colecciones biológicas permiten a los especialistas describir los patrones de distribución de la riqueza biológica en nuestro planeta. A lo largo de la historia este tipo de colecciones han sido esenciales para abordar preguntas fundamentales relacionadas con la evolución de las especies y su grado de parentesco (por ejemplo, relaciones filogenéticas) así como para la identificación de sitios de concentración de la diversidad biológica. La información contenida en esas colecciones, así como el conocimiento de los expertos que las cuidan, permite dar respuestas a preguntas que de otra manera sería muy difícil abordar. Tal es el caso de los esfuerzos que se han realizado para tratar de estimar el número total de especies que existen en nuestro planeta. Así mismo, las colecciones biológicas permiten profundizar en los efectos que tiene la actividad humana sobre la diversidad biológica; esto al documentar la desaparición de especies de sus áreas de distribución nativa, debido a la destrucción de sus hábitats o su sobreexplotación, o de manera similar documentar la llegada de especies a regiones que no formaban parte de su distribución original como resultado del transporte humano o impulsadas por el cambio climático. De manera equivalente, las colecciones de minerales y suelos permiten documentar la riqueza, en este caso de procesos geológicos y edafológicos que ocurren en diferentes regiones del mundo, así como de potenciales recursos naturales. Como en el caso de las colecciones biológicas, las colecciones de minerales y suelos permiten documentar el impacto de la actividad humana y los fenómenos naturales sobre nuestro entorno, por ejemplo al permitir comparar la estructura y composición del suelo previa y posterior a deslaves, inundaciones y deforestación. En su conjunto, las colecciones científicas permiten preservar materiales y objetos que en un futuro, dados los avances tecnológicos, pueden servir para mejorar la vida humana.

Otra gran virtud de las colecciones científicas, es que constituyen una herramienta sin par para la formación de recursos humanos altamente especializados y para fortalecer las labores de docencia en general. Con el creciente avance de las herramientas tecnológicas (imágenes de alta resolución o en tercera dimensión, por ejemplo) es posible acercar el contenido de las colecciones científicas a un número más amplio de personas.

El establecimiento, cuidado y mantenimiento adecuado de las colecciones científicas requiere de una labor de gran dedicación por parte de especialistas, en la mayoría de los casos auxiliados por estudiantes, así como del apoyo a nivel institucional para contar con los recursos necesarios. Son pocas las instituciones a nivel nacional que cuentan con el personal capacitado y con el apoyo a nivel institucional para construir colecciones científicas. En este sentido la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo es una institución privilegiada, pues cuenta con personal académico altamente capacitado y motivado para llevar con éxito la muy demandante labor de establecer y mantener colecciones científicas que son reconocidas a nivel regional y nacional por la calidad de su acervo.

En el presente libro reunimos por primera vez una descripción del acervo contenido en 14 de las colecciones científicas (constituidas por ejemplares de plantas, animales, hongos, microorganismos, suelos y minerales) más destacadas, entre las que se albergan en dependencias de la UMSNH. Con esto buscamos cumplir con varios fines. Por una parte, pretendemos que sea un medio de acercar al público en general al contenido y las características de las colecciones científicas que alberga la UMSNH para que pueda apreciar su valor y conocer su relevancia, no sólo desde el punto de vista científico, sino también desde el punto de vista de los beneficios que pueden proporcionar a la sociedad. En segundo lugar, con este volumen buscamos reconocer la valiosa labor de la comunidad académica michoacana que con su trabajo cotidiano ha logrado conformar acervos científicos de reconocida calidad. Finalmente, sirva este trabajo para dar constancia de una faceta más en la que instituciones de educación pública superior, como la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, contribuyen al desarrollo científico del país.

Nos sentimos privilegiados por haber sido los coordinadores de esta importante obra y agradecidos de que la administración Universitaria, encabezada por el Dr. Medardo Serna González, rector de nuestra Máxima Casa de Estudios, esté propiciando la publicación de obras que permitan reconocer el quehacer universitario y la grandeza de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Este volumen no hubiera sido posible sin la decidida colaboración de los autores de cada uno de los capítulos, pero también de un grupo muy amplio de personas que apoyaron en muy diversas tareas a lo largo del proceso de elaboración de esta obra. Los coordinadores deseamos expresar nuestro agradecimiento a: Franceli Macedo Santana por su apoyo para realizar la revisión del formato de los capítulos, Lucila Ordaz Cortés y Silvia del Carmen García Martínez le dieron seguimiento a distintas tareas necesarias para la elaboración de la obra. Invitamos entonces al lector a disfrutar conociendo más sobre nuestro entorno natural a través del contenido de este volumen.

Dra. Ileri Suazo Ortuño
Dr. Eduardo Mendoza Ramírez
Dr. Leonel López Toledo

Morelia, Michoacán, a 9 de noviembre de 2018.





Colección de Briofitas (plantas no vasculares)

DENEB GARCÍA AVILA

RESUMEN

Una colección científica da cuenta de la diversidad existente en nuestro planeta y sirve como punto de referencia para conocer aspectos puntuales de la biodiversidad de una región. La colección de Briofitas del Herbario EBUM de la Facultad de Biología de la UMSNH alberga musgos, hepáticas y antocerotes, que son tres linajes de plantas terrestres no vasculares que se estudian poco, dado el reducido número de especialistas dedicados a ellas. Esta colección cuenta con ejemplares provenientes de 15 estados de la República Mexicana, en su mayoría son musgos, sin embargo también cuenta con especímenes de hepáticas y antocerotes. La colección de briofitas alberga, a la fecha, un total de 297 ejemplares, de los cuales 278 son musgos, 13 son hepáticas y 6 son antocerotes. El estado de Michoacán es el mejor representado en la colección con un total de 99 musgos, cinco antocerotes y cinco hepáticas, seguido de los estados de México y Veracruz.

INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de briofitas nos referimos a tres linajes independientes de plantas terrestres no vasculares, conocidos taxonómicamente como Bryophyta (musgos), Marchantiophyta (hepáticas) y Anthocerotophyta (antocerotes). Las briofitas se denominan no vasculares dado que carecen de un sistema especializado para conducir agua y alimento. Se sabe que las briofitas fueron las primeras plantas en colonizar el ambiente terrestre hace más de 400 millones de años y desde entonces se han diversificado.



Figura 1. Ejemplar de una briofita o musgo del estado de Michoacán, (GV).

Estas plantas terrestres tienen preferencia por sitios muy húmedos del planeta en donde crecen de manera exuberante. Por ejemplo, en bosques templados (de pino, encino y oyamel), bosques de niebla y selvas altas perenifolias. En estos ambientes las podemos encontrar creciendo sobre troncos de árboles, en rocas, en madera en descomposición, sobre el suelo e incluso sobre las hojas de otras plantas. Sin embargo, las briofitas también se desarrollan en regiones desérticas y semi-desérticas, así como en zonas árticas y alpinas. Inclusive hay briofi-

tas que crecen en agua dulce, principalmente en lechos de ríos y arroyos. Las briofitas pueden permanecer en ausencia de agua, sin morir, durante periodos prolongados de tiempo (Glime, 2017a). Algunas especies son resistentes a altas temperaturas y otras pueden vivir una buena temporada cubiertas completamente de hielo o nieve (Glime, 2017b). Son excelentes como bio-indicadores dado que pueden acumular grandes cantidades de metales pesados en sus tejidos (Zvereva y Kozlov, 2011).

Las briofitas se caracterizan por ser de tamaño reducido y ser muy resistentes a diferentes factores como la sequía, los contaminantes y las temperaturas extremas, tanto muy elevadas como bajo cero. Las briofitas tienen diversas características que las hacen diferentes al resto de las plantas. El cuerpo de una briofita está compuesto de un gametofito (normalmente de coloración verde) y un esporofito (estructura con morfología variada según el linaje de briofita) como se aprecia en las imágenes que a continuación se presentan.



Figura 2: En las imágenes se muestran cuatro briofitas y se indica el gametofito (g) y el esporofito (e) para cada grupo. A) Hepática talosa, B) Hepática foliosa, C) Musgo, y D) Antocerote. Las fotos A y C son de Ichaqueo y las B y D de Cerro Garnica en el estado de Michoacán, (DGA).

La Figura 2A corresponde a una hepática talosa compleja, y una de las razones por la cual recibe este nombre es por la amplia variación en su morfología. En esta planta el esporofito (e) se ubica al interior de una estructura denominada arquegoniόforo (indicado con el corchete en rojo). Una distinción importante de las briofitas respecto a otras plantas es la permanencia y visibilidad de ambas fases del ciclo de vida: gametofito y esporofito, durante la etapa de maduración de las esporas. El esporofito se encuentra inmerso en el tejido del gametofito hasta que completa la formación de las esporas. Una vez que las esporas son liberadas, el esporofito inicia su desintegración y aparecerá en una nueva planta en la siguiente temporada.

La diversidad de estas plantas es alta. Actualmente se tiene cuantificado un total de 18,250 especies de briofitas a nivel mundial. De este total, 13,000 son musgos (Goffinet et al., 2009), 5000 son hepáticas (Crandall-Stotler et al., 2009) y 250 especies pertenecen al grupo menos diverso conocido como antocerotes (Villarreal et al., 2010). La biodiversidad de briofitas conocida para México es variable según el linaje de briofita del cual se hable. De acuerdo con Delgadillo-Moya y Juárez-Martínez (2014) en nuestro país se han registrado 592 especies de hepáticas (Marchantiophyta) y nueve especies de antocerotes (Anthocerotophyta). Mientras que Delgadillo-Moya (2014) menciona que se han descrito cerca de 1000 especies de musgos (Bryophyta) en la República Mexicana.



Figura 3. En la actualidad se conocen alrededor de 18,250 especies de briofitas en el mundo, mientras que para Michoacán la diversidad conocida de este grupo de plantas es de más de 440 especies, (GV).

Esta diversidad de briofitas de México tiene buena representatividad en el estado de Michoacán. En una revisión reciente de literatura y de colecciones de herbarios disponibles en línea, se encontró que Michoacán alberga 352 especies y variedades de musgos, más de 90 especies de hepáticas y siete de antocerotes (García-Avila, en prensa). Una buena parte del trabajo de colecta en el estado de Michoacán se realizó en las décadas de los 60, 70, 80 y 90 (García-Ávila y Martínez-Ponce, 2011), sin embargo estas colectas están depositadas en la colección de briofitas del Herbario Nacional MEXU.

En México existen diversos Herbarios que albergan diferentes grupos botánicos. El herbario más grande es el denominado Herbario Nacional MEXU, ubicado en el Instituto de Biología de la UNAM, en Ciudad de México. El MEXU alberga la colección de briofitas más grande que tiene el país, con un total de 40,431 ejemplares de musgos, hepáticas y antocerotes (UNIBIO, 2018). El otro herbario grande que aloja una colección de briofitas es el Herbario XAL que se ubica en el Instituto de Ecología, A. C., con sede en Xalapa, Veracruz (INECOL). El Herbario XAL cuenta con 4,700 ejemplares de briofitas. Diversas universidades estatales han desarrollado sus propios herbarios para almacenar la diversidad botánica de sus estados y alrededores. Por ejemplo, en Querétaro se ubica el Herbario QMEX de la Facultad de Ciencias Naturales que mantiene una colección de briofitas y líquenes que en conjunto suman 1000 ejemplares. En el caso del Herbario QMEX, no se indica cuántos de estos corresponden a briofitas (musgos) y cuántos a líquenes. El Herbario EBUM tiene, además de las otras colecciones botánicas, una de briofitas que alberga representantes de los tres linajes de plantas terrestres no vasculares: musgos, hepáticas y antocerotes. A la fecha es aún una colección pequeña pero en constante crecimiento.

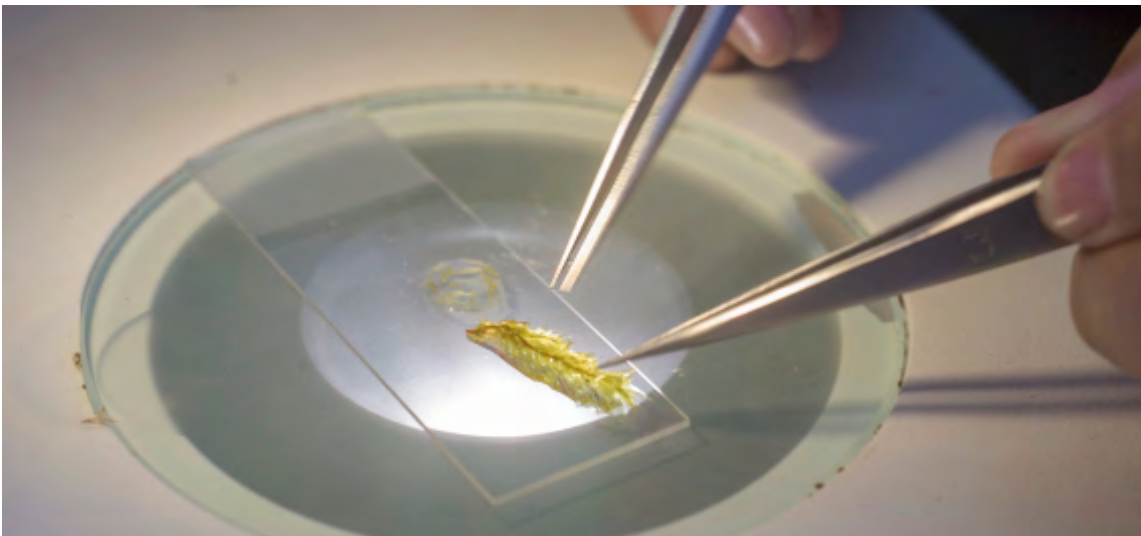


Figura 4. Preparación para la determinación taxonómica de una briofita, (GV).

RESEÑA HISTÓRICA DE LA COLECCIÓN DE BRIOFITAS

La colección de briofitas del Herbario EBUM es una de las colecciones botánicas reseñadas por Gómez-Peralta (2012) en la historia del Herbario. La colección de briofitas se inició con la donación de 60 ejemplares de musgos provenientes de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. La colección de briofitas cuenta también con una colección histórica que contiene ejemplares colectados entre 1899 y 1910 por Arsene, Barbour y Martínez Solórzano; de estos, sólo los ejemplares del último colector corresponden a briofitas del estado de Michoacán. Las colectas de Arsene y Barbour son de Francia y España, respectivamente (García-Ávila 2012). Como todas las colecciones científicas, las colecciones botánicas incrementan su acervo gracias a tres factores: 1) Por colectas de diversos grupos briológicos con fines de investigación; 2) Por donaciones de otros Herbarios y/o colectores y, 3) Por un proceso de intercambio entre instituciones que albergan colecciones científicas. La colección de briofitas del Herbario EBUM recibió en 2011 un total de 42 ejemplares donados por la Colección de Briofitas del Herbario Nacional MEXU, y en 2012 recibió las colectas de briofitas realizadas por el botánico Sergio Zamudio. El resto de los ejemplares que se han incorporado a la colección son resultado del trabajo de la autora de este capítulo, de sus tesis y alumnos del curso optativo (Briofitas) que ha impartido en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

CARACTERÍSTICAS DEL ACERVO DE LA COLECCIÓN DE BRIOFITAS

La colección de briofitas del herbario EBUM es una colección de plantas secas almacenadas en sobres de papel. Para que las briofitas pasen a la colección, después de la colecta de campo es necesario que tengan un proceso de secado natural para deshidratar los ejemplares (Fig. 5 y 6). El proceso de deshidratación es muy sencillo, basta que los sobres queden en un sitio ventilado y de preferencia con luz solar. La etiqueta de Herbario debe contener la información relevante del ejemplar: nombre científico, lugar y fecha de colecta, colector y número de colecta, sustrato y condiciones en las que se colectó el ejemplar, localidad, municipio, estado y país.

La colección de briofitas está ordenada alfabéticamente por el nombre del género y de la especie. La ayuda y el esfuerzo de los estudiantes de servicio social y tesis que han llegado al laboratorio, han sido muy valiosos en la organización de la colección de briofitas. Por ejemplo, Martínez Ponce (2013) organizó la primera base de datos de la colección de briofitas y generó una librería de fotos de los ejemplares herborizados hasta entonces. La alumna Maldonado

Rizo ayudó a georreferenciar los ejemplares que carecían de este dato. La colección de briofitas del Herbario EBUM tiene, a la fecha, un total de 297 ejemplares. De ellos 278 corresponden a musgos, 13 a hepáticas y seis a antocerotes. Los ejemplares colectados en México dominan la colección, sin embargo también se tienen algunas colectas de otros países como Colombia, Costa Rica y Reino Unido. En la colección de briofitas se tiene un total de 13 ejemplares de hepáticas (Marchantiophyta) provenientes de siete estados de la República Mexicana, 275 especímenes de musgos (Bryophyta) de 15 estados del país y un total de seis antocerotes (Anthocerotophyta) de dos estados.

Figura 5. Ejemplar de musgo deshidratado y herborizado, (GV).





Figura 6. Vista de la colección briológica del Herbario EBUM, (GV).

Los ejemplares de briofitas que se tienen colectados en el estado de Michoacán provienen de 10 municipios. La diversidad taxonómica representada en la colección de briofitas del EBUM contiene ejemplares de 50 familias (42 de musgos, 7 de hepáticas y 1 de antocerotes), 110 géneros (102 de musgos, 7 de hepáticas y 1 de antocerotes) y 166 especies (155 de musgos, 8 de hepáticas y 3 de antocerotes).

Aunque la colección es aún pequeña, se proyecta un crecimiento importante en el corto plazo gracias a la incorporación del material briológico de los alumnos del laboratorio, así como el material que se ha determinado en el último año. Recientemente se publicaron nuevos registros de musgos para el estado de Michoacán (Ellis et al., 2018), uno de ellos es endémico de México. Los ejemplares se encuentran depositados en la colección de briofitas del Herbario EBUM.

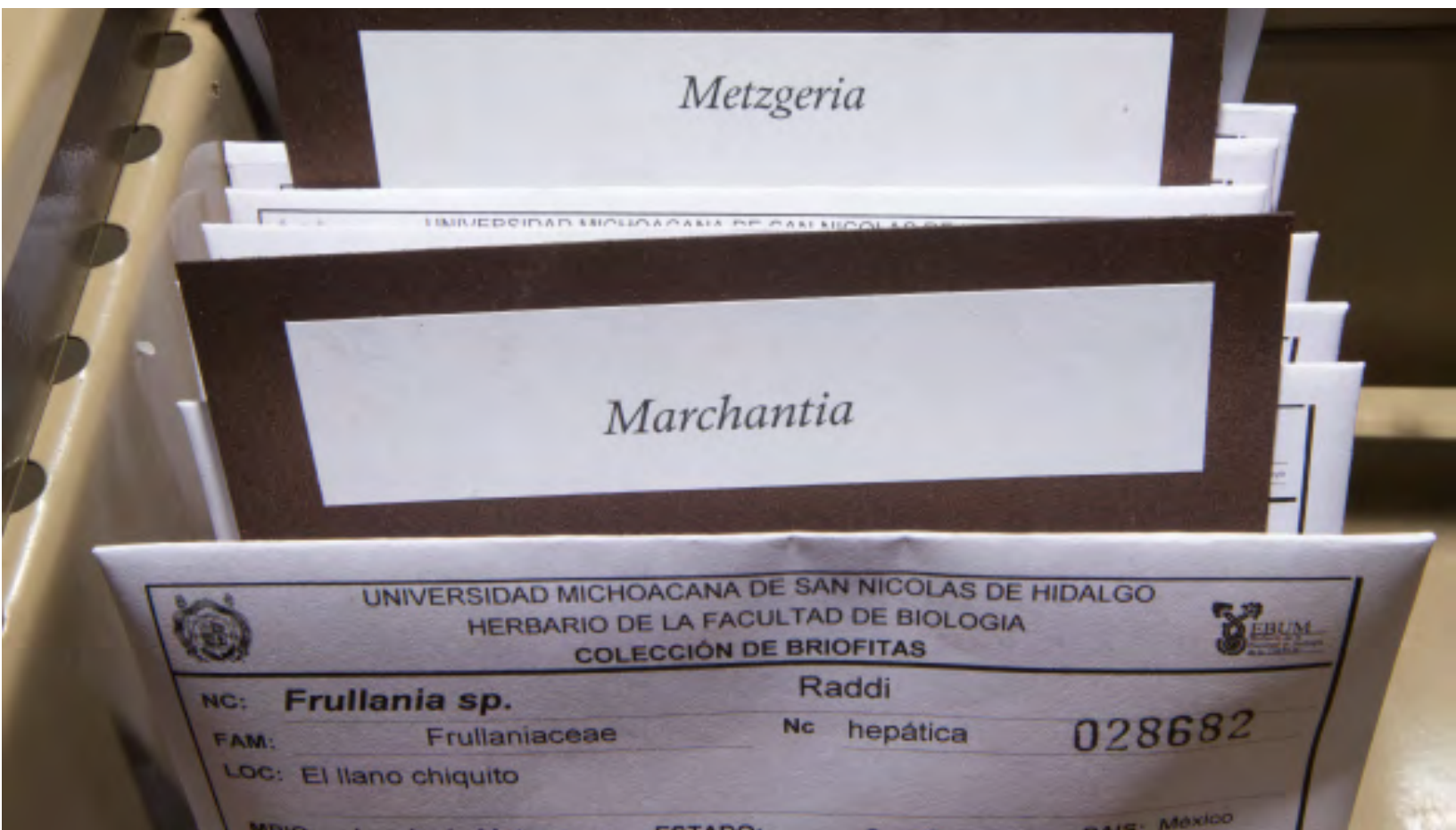


Figura 7. Muestra de hepáticas presentes en la colección briológica del Herbario EBUM, (GV).

IMPACTO CIENTÍFICO Y SOCIAL DE LA COLECCIÓN DE BRIOFITAS

Toda colección científica es un reservorio de la biodiversidad de los sitios de estudio y es un resguardo del acervo genético de los grupos briológicos que mantiene. Las briofitas son grupos vulnerables en la medida en que su hábitat se va reduciendo. La deforestación es uno de los principales peligros que tienen las briofitas, dado que un gran número de especies son epífitas, es decir, crecen sobre los árboles. Y otro impacto que tienen es la extracción para su venta, principalmente en la época navideña. En ocasiones la única evidencia de la existencia de una especie en un sitio es el ejemplar de respaldo depositado en las colecciones científicas. Las briofitas son plantas que suelen pasar inadvertidas en los estudios de biodiversidad, a pesar de la gran importancia ecológica que tienen. Mantener ejemplares en la colección es una forma de

preservar la información y comunicar al público, en eventos de difusión, por ejemplo, sobre el estatus de la diversidad de grupos poco conocidos como las briofitas. Las colecciones científicas también nos cuentan una historia sobre la biología de las especies resguardadas. Por ejemplo, se podría analizar cómo ha variado la condición reproductora de determinada especie estudiando los ejemplares de herbario, poniendo especial atención a los datos de la fecha de colecta y las condiciones ambientales que prevalecían en aquel momento. La información contenida en las colecciones nos pueden alertar sobre el potencial riesgo de extinción local de una especie. Si hace 10 años era abundante y en el presente en el mismo sitio se encuentra en abundancias muy bajas, es una alerta que debe tomarse en cuenta para posteriores estudios. ¿Está desapareciendo porque las condiciones cambiaron? ¿Qué cambió? ¿Esa especie se está extrayendo demasiado? ¿Cuál es la razón de su lenta recuperación?

POTENCIAL Y USO

Los ejemplares briológicos se pueden utilizar para realizar estudios genéticos de diversa índole. Por ejemplo, para realizar análisis filogenéticos de diferentes especies o bien para analizar la variación genética en poblaciones de una misma especie. Algunos de los ejemplares de hepáticas depositados en la colección de briofitas, se utilizaron para obtener ADN y secuencias de regiones del cloroplasto para realizar una filogenia de la División Marchantiophyta (Magaña Marcial, 2015) y actualmente se está trabajando en un análisis de variación genética a nivel poblacional para una especie de hepática de amplia distribución (Magaña Marcial, 2018). Parte de los ejemplares que se recibieron en donación del Herbario Nacional MEXU son resultado de un trabajo de tesis de licenciatura realizado en el Nevado de Toluca (Cuevas-Pérez, 2010). Los ejemplares depositados en la colección pueden ser utilizados por otros investigadores previa autorización de la curadora de la misma.

REFERENCIAS

- Crandall, S. B., Stotler, R. E. y Long, D. G. (2009). Phylogeny and classification of the Marchantiophyta. *Edinburgh Journal of Botany*, 66, 155-198.
- Cuevas-Pérez, E. (2010). *Distribución de Grimmiaceae y Pottiaceae (Bryophyta) en un gradiente altitudinal del Nevado de Toluca, Estado de México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca.
- Delgadillo-Moya, C. (2014). Biodiversidad de Bryophyta (musgos) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S100-S105.
- Delgadillo-Moya, C. y Juárez Martínez, C. (2014). Diversidad de Anthocerotophyta y Marchantiophyta en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S106-S109.
- Ellis, L. T., Wilbraham, J., Aleffi, M., Asthana, A. K., Rawat, K. K., Gupta, D., Sahu, V., Katiyar, P., Asthana, G., Srivastava, A., Baráth, K., Bednarek-Ochyra, H., Bruno Silva, J., Emanuely de Araújo Farias, C., Rangel Germano, S., Czernyadjeva, I.V., Doroshina, G. Ya., Delgadillo Moya, C., Peña Retes, P., Erzberger, P., Fuertes, E., García Ávila, D., Garilleti, R., Hedderson, T.A., West, A., Hugonnot, V., Kürschner, H., Lagrandie, J., Lara, F., Draper, I., Lebouvier, M., Lönnell, N., Hallingbäck, T., Mesterházy, A., Muñoz, J., Németh, C.S., Park, S.J., Sun, B.-Y., Pérez, G., Plášek, V., Poponessi, S., Vernanzoni, R., Gigante, D., Philippe, M., Porley, R. D., Sérgio, C., Ministro, P., Ștefănuț, S., Suárez, G.M., Flores, J.R., Sulayman, M., Wilding, N. & Yoon, Y.-J.. (2018). New national and regional bryophyte records, *Journal of Bryology*, 40, 74-97.
- García-Ávila, D. y Martínez-Ponce, E. (2011). Estado actual de la colección de briofitas del Herbario EBUM, *Biológicas*, 13, 1-13.
- García-Ávila, D. (2012). La colección de briofitas del Herbario EBUM: mirada histórica a las colectas de musgos, hepáticas y antoceros en el estado de Michoacán. En Chávez Carbajal, M. A. y M. Gómez Peralta (Eds.), *Memoria de las plantas. Pasado y presente del Herbario de la Facultad de Biología* (pp. 175-188). Morelia, Morevallado.
- García-Ávila, D. En prensa. Hepáticas talosas y foliosas (Marchantiophyta). En *La Biodiversidad de Michoacán. Estudio de estado 2*. CONABIO y Gobierno del Estado de Michoacán.
- García-Ávila, D. En prensa. Musgos (Bryophyta). En *La Biodiversidad de Michoacán. Estudio de Estado 2*. CONABIO y Gobierno del Estado de Michoacán.
- García-Ávila, D. En prensa. Antocerotos (Anthocerotophyta). En *La Biodiversidad de Michoacán. Estudio de estado 2*. CONABIO y Gobierno del estado de Michoacán.
- Glime, J. M. (2017a). Water Relations: Rehydration and Repair. Chapt. 7-6. In: Glime, J. M. *Bryophyte Ecology*. Volume 1. 7-6-1 Physiological Ecology. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Last updated 7 March 2017 and available at <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>



- Glime, J. M. (2017b). Temperature: Cold. Chapt. 10-2. In: Glime, J. M. *Bryophyte Ecology*. Volume 1. Physiological Ecology. 10-2-1 Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Last updated 18 March 2017 and available at <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>
- Goffinet, B., Buck, W. R. y Shaw, A. J. (2009). Morphology, anatomy and classification of the Bryophyta. En Goffinet, B. y A. J. Shaw (Eds.), *Bryophyte Biology* (pp. 55-138). New York: Cambridge University Press.
- Gómez Peralta, M. (2012). El Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (EBUM). En Chávez-Carbajal, M. A. y M. Gómez Peralta (Eds.), *Memoria de las plantas. Pasado y presente del Herbario de la Facultad de Biología* (pp. 77-128). Morelia: Morevallado.
- Magaña Marcial, K. Y. (2015). *Relaciones filogenéticas de las familias de la División Marchantiophyta presentes en el estado de Michoacán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Magaña-Marcial, K.Y. (2018). *Análisis filogeográfico de Targionia hypophylla L.(Targioniaceae, Marchantiosida) basado en marcadores del cloroplasto*. Tesis de Maestría. Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Martínez-Ponce, E. (2013). *Diseño de la base de datos de la colección de briofitas del Herbario EBUM y librería de imágenes digitales*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- MEXU – Herbario Nacional. Instituto de Biología de la UNAM, Ciudad de México. <http://unibio.unam.mx/minero/index.jsp?accion=sc&colecciones=MEXU,Herbario>
- QMEX –Herbario de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro. <http://fcn.uaq.mx/index.php/extension/herbario/coleccion-y-clasificacion-de-plantas>
- Villarreal, J. C., Cargill, D. C., Hagborg, A., Söderström, L., y Renzaglia, S. K. (2010). A synthesis of hornwort diversity: Patterns, causes and future work. *Phytotaxa*, 9, 150-166.
- XAL – Herbario del Instituto de Ecología, A. C., sede Xalapa, Veracruz. <http://www.inacol.mx/inacol/index.php/es/ct-menu-item-1/ct-menu-item-5/herbario>
- Zvereva, E.L. y Kozlov, M.V. (2011). Impacts of Industrial Polluters on Bryophytes: a Meta-analysis of Observational Studies. *Water Air & Soil Pollution*, 218, 573-586.





Colección de Plantas Vasculares

ROSA ISABEL FUENTES CHÁVEZ, NORMA PATRICIA REYES MARTÍNEZ,
KARLA GUADALUPE PÉREZ ZARCO Y MARLENE GÓMEZ PERALTA

RESUMEN

La constante fascinación y curiosidad por descubrir aquello que nos rodea, fue lo que motivó a diversos botánicos a explorar la riqueza florística del estado de Michoacán. En 1973, con la reapertura de la entonces Escuela de Biología, se despertó el interés por realizar un inventario de los recursos bióticos del estado y conformar varias colecciones científicas. Una de ellas fue el herbario, fundado oficialmente en septiembre de 1977 y conformado con ejemplares de principios del siglo XX del entonces Museo Michoacano, denominada Colección Histórica, así como por donaciones del Dr. Jerzy Rezdowski. Fue registrado en el *Index Herbariorum* (Thiers, 2017) bajo las siglas EBUM (Escuela de Biología, Universidad Michoacana). El principal objetivo de la colección de plantas vasculares (CPV-EBUM) es reunir, resguardar e incrementar el acervo florístico representativo del estado de Michoacán y del país, así como fortalecer y promover actividades de vinculación con otros herbarios, con el sector público y académico. Actualmente la CPV-EBUM resguarda un total de 23,426 ejemplares distribuidos en 4,047 especies, 1,441 géneros y 236 familias. Las pteridofitas (209 especies) representan el 5.2% de la colección, las gimnospermas (53 especies) el 1.3% y las angiospermas (3,785 especies) el 93.5%, la mayoría de los registros provienen del estado de Michoacán (81%) pero se tienen ejemplares de todos los estados de la República Mexicana (19%), por lo cual se considera la más importante del estado por representar la flora de 107 de los 113 municipios de Michoacán, producto del trabajo de más de 90 tesis, 30 proyectos de investigación y del programa de donaciones con otros herbarios mexicanos. La CPV-EBUM custodia 15 ejemplares tipo, de los cuales uno es holotipo, 10 isotipos, dos paratipos, y dos topotipos. La CPV-EBUM permite acercarnos al conocimiento de la biodiversidad florística del estado para proponer una amplia gama de líneas de investigación.

INTRODUCCIÓN

La importancia del conocimiento de la biodiversidad con la que se cuenta en el mundo, es equivalente a conocer los recursos bióticos que el hombre utiliza para su beneficio en todos los sentidos, sin embargo este conocimiento se encuentra todavía en proceso para aquellos países cuyo territorio es extenso, o presenta condiciones geográficas, sociales e históricas muy complejas, a diferencia de los países con características distintas donde el conocimiento de la biodiversidad es una tarea quizá terminada.

El acervo florístico de muchas partes de la Tierra no se conoce aún con precisión (Rzedowski, 1991), pero se tienen estimaciones, según datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en el mundo se cuenta con 13,025 especies de helechos, 980 de gimnospermas, 199,350 de dicotiledóneas y 59,300 de monocotiledóneas (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

La ubicación y complejidad geográfica de México son las principales razones de la gran biodiversidad florística, ya que presenta un gran número de especies procedentes tanto de la región biogeográfica neotropical como de la neártica (Rzedowski, 1991) por lo que, al converger, se generan condiciones muy peculiares dando origen a floras únicas.

El conocimiento de la biodiversidad mexicana representa un enorme reto si consideramos que contiene la quinta flora más grande del mundo y el sexto lugar en número de endemismos (especies de distribución restringida) ya que cerca de un 40% de la flora vascular es propia o endémica del territorio mexicano (Rzedowski, 1991; Toledo, 1994; Villaseñor, 2003, 2004), de las cuales el 50.4% son plantas con flor (angiospermas) (Villaseñor, 2015). Esto nos muestra que la gran cantidad de endemismos es un indicador de que el territorio mexicano ha sido lugar de origen y desarrollo de un gran número de grupos de plantas (Rzedowski, 1991).

México ha sido un centro de domesticación de cultivares y todavía hasta la fecha conserva una gran cantidad de diversidad de germoplasma seleccionado y mejorado, además de que a la par han evolucionado un considerable número de malezas nativas arvenses y ruderales (Rzedowski, 1991; Espinosa y Sarukhán, 1997).

Con respecto a México se han hecho diversas estimaciones acerca de la riqueza florística de plantas vasculares, que oscilan entre 22,000 (Rzedowski, 1991) y 31,000 especies (Rzedowski, 1991; Toledo, 1994; Espejo-Serna et al., 2004; Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008; Villaseñor, 2003, 2004, 2015).

El estudio de Villaseñor (2005) para Michoacán es el más completo sobre biodiversidad, en él se estima que hay cerca de 5,000 especies de plantas vasculares, pero con base en herbarios se han registrado solo 4,420 especies. Se estiman alrededor de 1,000 géneros, dentro de 185 familias, sin embargo, es posible que estos números sean menores debido a las inconsistencias provocadas por las sinonimias y los cambios en las nuevas clasificaciones taxonómicas.

Los nombres científicos y una correcta determinación taxonómica constituyen, en esencia, el trabajo para el conocimiento de la biodiversidad (Ertter, 2000), misma que es utilizada para desarrollar una amplia gama de líneas de investigación; por ejemplo: biología molecular, conservación de la biodiversidad, ecología, evolución, metabolitos secundarios, extracción de sustancias activas; además el conocimiento de la biodiversidad vegetal y su distribución geográfica puede coadyuvar a proponer mejores estrategias de conservación generando redes más eficientes de áreas naturales protegidas, corredores biológicos y aspectos relacionados con el manejo sustentable. Los herbarios en general son un apoyo invaluable para realizar dichas líneas de investigación.

COLECCIÓN HISTÓRICA

Un personaje indiscutiblemente importante que dio origen a la formación de los herbarios modernos en Michoacán fue el Dr. Manuel Martínez Solórzano, cuyo nombre lleva actualmente el Museo de Historia Natural de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) debido a sus grandes aportes a la investigación y la docencia. El Dr. Martínez Solórzano tuvo formación como médico, pero dedicó mucho tiempo a la enseñanza y a la investigación, especialmente cuando fue director del Museo Michoacano fundado por el Dr. Nicolás León en 1886.

Cuando fue director del Museo, el Dr. Martínez Solórzano promovió diversas exploraciones, sus aportaciones más amplias se centraron en el estudio de las plantas útiles: medicinales y de usos ornamentales, así como listados florísticos, de esta manera inició el Herbario del Museo Michoacano.

El trabajo científico del Dr. Manuel Martínez Solórzano no se desarrolló en el aislamiento profesional sino en un continuo intercambio de conocimientos y de información con otros contemporáneos destacados en botánica, como el religioso francés Arsène Joseph Brouard, quien entre 1906 y 1914 enseñó historia natural en el Instituto Científico del Sagrado Corazón en Morelia. No se conocen escritos sobre el trabajo del fraile Arsène pero se sabe que llegó a recolectar miles de muestras vegetales, la mayoría fueron enviadas a herbarios franceses y el resto quedó en el Herbario del Museo Michoacano, el cual por mucho tiempo fue una referencia a nivel nacional (Sánchez y Chávez, 2012).

Después de la Revolución, los ejemplares del Herbario del Museo Michoacano fueron depositados en la llamada Casa de Cristal, al desaparecer la misma, dichos ejemplares se concentraron en el edificio de los Laboratorios Centrales de la Universidad, durante todos estos traslados hubo pérdidas de especímenes muy valiosos (Sánchez y Chávez, 2012).

En la actualidad los ejemplares se encuentran concentrados en gavetas especiales con el título de Colección Histórica, en el Herbario EBUM de la Facultad de Biología de la UMSNH. En total se resguardan 1,882 ejemplares de plantas vasculares que representan 142 familias, 651 géneros

y 1,236 especies, las familias de angiospermas mejor representadas son Asteraceae [Compositae] con 206 especies; Poaceae [Gramineae] con 119 especies; y Fabaceae [Leguminosae] con 86 especies, no hay gimnospermas y en cuanto a pteridofitas la única familia es Polypodiaceae con 48 especies, la mayoría fueron recolectadas a principios del siglo XX pero se tienen algunos registros de finales del siglo XIX.

A pesar de que se realizaron correcciones a la clasificación original a cargo de especialistas del Herbario del Instituto de Ecología del Bajío (IEB) y otras instituciones, además de los curadores de la UMSNH, es importante continuar con la revisión de dichos ejemplares debido a los cambios en los sistemas de clasificación vigentes.

Como dato interesante se tienen ejemplares registrados desde el año 1881 procedentes de donaciones de la *Flora Suecica* y de Pennsylvania. Se tienen 422 ejemplares recolectados por el religioso Arsène Joseph Gustave de plantas vasculares, la mayoría de San Miguel del Monte, tres ejemplares de Cyrus Guernsey Pringley, también de Jesús y San Miguel del Monte, y cuatro ejemplares del farmacéutico Crescencio García, en los alrededores de Cotija.

Las recolectas que ayudaron a formalizar el Herbario del Museo Michoacano fueron realizadas por el Dr. Manuel Martínez Solórzano, con 975 ejemplares de plantas vasculares entre los años 1890 a 1923 y que corresponden a diferentes localidades del municipio de Morelia, hoy totalmente urbanizadas y algunas de Uruapan. La colección de plantas del entonces Museo Michoacano fue rescatada por el profesor Víctor Manuel Alcocer y trasladada a la Escuela de Farmacología, en 1976.

Como dato llamativo una de las plantas más antiguas que se registra en la Colección Histórica, y que fue recolectada por el Dr. Manuel Martínez Solórzano en 1901 en los jardines del Colegio de San Nicolás en Morelia, fue casualmente una planta de marihuana (*Cannabis sativa* L.). Existe también el registro de la orquídea *Cypripedium irapeanum* Lex., llamada “orquídea pelícano”, recolectada en 1923 y que se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (NOM-059-SEMARNAT-2010) bajo la categoría de riesgo amenazada (A), y solía ser muy común en los alrededores de Morelia, pero sus poblaciones ahora son escasas y restringidas.

Figura 1. Ejemplar de la Colección Histórica del Herbario EBUM, *Cypripedium irapeanum*, “orquídea pelícano”, colecta del Dr. Manuel Martínez Solórzano, (KGPZ).



No. 001078



copyright reserved



HERBARIUM DEL MUSEO MICHOACANO

Cypripedium irapeanum
Blab. et Decary.
Septbr. 20 de 1922. San Ch
que del Monte
Martín Lobos

3184

Falta mucho trabajo con la Colección Histórica desde el punto de vista curatorial, además del análisis de distribución de los ejemplares para verificar cambios en la flora de todo un siglo en varias regiones de Michoacán.

FORMACIÓN DE LA COLECCIÓN DE PLANTAS VASCULARES EBUM (CPV-EBUM)

La Escuela de Biología fue reabierta en 1973 durante la rectoría del Dr. Melchor Díaz Rubio. Con la llegada de varios biólogos principalmente de la Ciudad de México, se iniciaron grupos de trabajo con distintas líneas de investigación cuya labor fue realizar un inventario de los recursos bióticos del estado de Michoacán y conformar colecciones científicas.

La organización inicial del Herbario EBUM fue llevada a cabo por los profesores José Leocadio Magaña Mendoza y Luz del Socorro Rodríguez Jiménez con ayuda de alumnos que formaban parte de una Biología de Campo del Herbario. En junio de 1976 se inició el Herbario de la Escuela de Biología, haciéndose oficial hasta septiembre de 1977. Un año después en 1978, se registró ante la Asociación Internacional de Taxonomía Vegetal, con los ejemplares de la Colección Histórica más algunos donados por el Dr. Jerzy Rzedowski Rotter del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB).

El Herbario de la Escuela de Biología se registró en el *Index Herbariorum* (Thiers, 2017) con las siglas EBUM (Escuela de Biología, Universidad Michoacana) en el año de 1981 con 3,500 ejemplares, cuyo curador y director fue el Biól. José Leocadio Magaña Mendoza. Nueve años después, en 1990, se actualizó la información del Herbario en la 8ª edición del *Index Herbariorum* con 6,500 ejemplares, cuyo curador y director fue el M. en C. Xavier Madrigal Sánchez.

A este primer equipo de trabajo de académicos, se sumaron en los años 80 los biólogos Martha Bustos Zagal, Fernando Guevara Féfer, Manuel Arturo Chávez Carmona y Martha Santoyo Román.

A partir del año 2010 toma la coordinación del Herbario EBUM la M. en C. Marlene Gómez Peralta, quien continúa con el grupo de trabajo del Herbario, pero debido al crecimiento del mismo y a la incorporación de investigadores nuevos se nombraron curadores para cada grupo taxonómico, quedando como curadora de la colección de plantas vasculares la M. en C. Ma. Alma Chávez Carbajal; el Dr. Víctor Manuel Gómez Reyes como curador de la colección de macromicetos; la Dra. Deneb García Ávila como curadora de la colección de briofitas, y de la colección de líquenes la M. en C. Marlene Gómez Peralta.

Hasta entonces no se contaba con una base de datos (sólo estimaciones del número de ejemplares con los que contaba la colección de plantas vasculares), por lo que la labor de la M. en C. Chávez Carbajal junto con la colaboración de la M. en C. Judith Sánchez Blanco fue una aportación valiosa para el análisis de dicho acervo al realizar la captura del total de ejemplares en una base de datos. A raíz de esto, se editó el libro titulado *Memoria de las plantas: pasado y presente del Herbario de la Facultad de Biología* (Chávez y Gómez, 2012), esto en el marco del Bicentenario de la Independencia de México y Centenario de la Revolución Mexicana.

En el año 2012 se incorporó al Herbario la Biól. Rosa Isabel Fuentes Chávez y en el 2014 la Biól. Norma Patricia Reyes Martínez, además de prestadores de servicio social quienes han continuado y participan apoyando en las actividades básicas y generales del Herbario, como las P. de Biól. Karla Guadalupe Pérez Zarco y Yamileth Mora Soto. Con la jubilación de la maestra Ma. Alma Chávez Carbajal en el 2014, la colección de plantas vasculares quedó a cargo de la Biól. Rosa Isabel Fuentes Chávez, quien actualmente es la curadora. Desde entonces se han incorporado a la colección 4,667 ejemplares de plantas vasculares de diversos investigadores y tesis de la UMSNH.

DATOS DEL ACERVO LA CPV-EBUM (COLECCIÓN DE PLANTAS VASCULARES)

Actualmente la CPV-EBUM resguarda un total de 23,426 ejemplares de pteridofitas, gimnospermas y angiospermas, principalmente de todo el estado de Michoacán (81%) pero se tienen ejemplares de todos los estados de la República Mexicana (19%). Hay registros (cuando menos uno) para 107 de los 113 municipios de Michoacán. Sólo Briseñas, Epitacio Huerta, Morelos, Tangamandapio, Tanhuato y Turicato no tienen ningún registro de recolecta. Todo esto es producto del trabajo de más de 90 tesis, 30 proyectos de investigación y del programa de donaciones con otros herbarios mexicanos principalmente con el Herbario IEB, ENCB, entre otros, en un periodo de 40 años. La CPV-EBUM cuenta con un total de 4,047 especies, 1,441 géneros y 236 familias, el análisis está basado en la clasificación APG IV-2016 (Angiosperm Phylogeny Group), la cual toma en cuenta caracteres ecológicos, químicos, anatómicos, morfológicos y moleculares.

Dentro del grupo de las pteridofitas conocidos coloquialmente como helechos, se incluyen además los licopodios y equisetos o colas de caballo, las cuales son plantas vasculares que no forman flores ni semillas, es el grupo considerado más antiguo de plantas vasculares, la CPV-EBUM resguarda 857 ejemplares en 26 familias, 59 géneros y 209 especies con 33 taxa infraespecíficos representando el 5.2% de la colección. La familia más representativa es Pteridaceae con 269 ejemplares que corresponden a 51 especies. En segundo lugar se encuentra la familia Polypodeaceae con 165 ejemplares y 33 especies; la tercera familia más representativa es Dryopteridaceae, con 34 especies.

Las gimnospermas incluyen principalmente a las coníferas (cipreses, cedros, sabinos, pinos, abetos, oyameles, pinabetes, ahuehuetes), cícadas y ginkgos, son plantas con semillas, pero éstas no se encuentran protegidas sino desnudas, la CPV-EBUM cuenta con 592 ejemplares en 6 familias, 16 géneros y 53 especies y representan el 1.3% de la colección. Por supuesto la familia mejor representada es Pinaceae, que contiene 437 ejemplares con 34 especies, en segundo término, está la familia Cupressaceae que registra 130 ejemplares en 13 especies.



Figura 2. Ejemplar de *Pinus rzedowski* Madrigal & Caball. Del., especie con distribución muy restringida en Michoacán, (RIFCh).

El grupo de las angiospermas es el más diverso de todas las plantas vasculares pues incluye todas las plantas con flor. Actualmente la CPV-EBUM resguarda 21,977 ejemplares que pertenecen a 204 familias, 1,333 géneros y 3,785 especies con 335 taxa infraespecíficos, lo que representa el 93.5% de la colección. El grupo de las monocotiledóneas tiene un total de 3,034 ejemplares, con 659 especies y las dicotiledóneas con 18,943 ejemplares distribuidos en 3,126 especies.

Los años de recolecta van desde 1938 hasta el 2018 y este trabajo continúa. En los años 80 y 90 se dio un fuerte impulso a los estudios taxonómicos botánicos en la Facultad de Biología, décadas en las que se registra la mayor cantidad de recolectas.

La CPV-EBUM se encuentra en proceso de reorganización, inicialmente el sistema de clasificación en el que se encontraban organizadas las plantas vasculares correspondía al sistema de Cronquist (1981), pero conforme se han estado analizando los datos y actualizando los diferentes grupos taxonómicos de la colección, se ha iniciado el proceso de reorganización de acuerdo con la clasificación APG IV-2016.

Un banco de información sólo es útil si éste se encuentra bien curado; es decir, si los especímenes han sido revisados y correctamente determinados, así como actualizados con los sistemas de clasificación vigentes. Para el caso de la CPV-EBUM, existe un elevado porcentaje de ejemplares revisados principalmente por botánicos expertos como el Dr. Jerzy Rzedowski Rotter y la Dra. Graciela Calderón de Rzedowski, el M. en C. Xavier Madrigal Sánchez, así como especialistas en grupos particulares como el Biól. Fernando Guevara Féfer, y especialistas de otras instituciones como el IEB, Dr. Emmanuel Pérez Cáliz, el Dr. Eleazar Carranza González, el Dr. Sergio Zamudio Ruiz, la Dra. Brenda Bedolla, la Dra. Rosario Redonda Martínez, la Dra. Patricia Hernández Ledezma y el Dr. Gabriel Sánchez Ken, entre otros, por lo que aproximadamente el 85% de la colección ha sido debidamente curada y el trabajo que hoy en día se realiza es la actualización de la colección en el nuevo sistema de clasificación APG-IV-2016 y la incorporación de material botánico que constantemente se recibe de donaciones de otros herbarios, tesis de la Universidad Michoacana, profesores de la Facultad de Biología como la M. en C. Patricia Silva Sáenz y el Dr. Juan Carlos Montero Castro, recolectas del M. en C. Xavier Madrigal Sánchez quien continúa donando ejemplares, así como las que recolectó en vida el Biól. Fernando Guevara Féfer.

La base de datos se encuentra en formato Excel y consta de 90 campos, la captura de información se realiza bajo lineamientos establecidos por el Herbario EBUM para realizar filtros y búsquedas con facilidad, y esta se encuentran en constante actualización. Para poder consultar estos datos es necesario realizar una solicitud al curador de la colección, debido a que la información no se encuentra disponible en línea, por lo cual uno de los objetivos más importantes es poder incorporar dichos datos a la REMIB (Red de Información Biótica de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) para finalmente concretar una plataforma de la Universidad Michoacana donde se tenga acceso a la información de ésta y todas las colecciones científicas de la UMSNH.

HECHOS A DESTACAR DE LA COLECCIÓN DE PV-EBUM

La CPV-EBUM tuvo un presupuesto fijo en los tres primeros años de su formación. En lo subsiguiente, los gastos de mantenimiento y funcionamiento han sido solventados por el coordinador general a través de recursos de proyectos de investigación, por lo que el crecimiento de este ha sido lento si se compara con otros herbarios regionales como el Herbario del Instituto de Ecología del Bajío (IEB), el cual fue fundado en 1985 y cuenta con 163,418 registros, o el Herbario del Instituto Politécnico Nacional (ENCB), que cuenta con 1,080,000 ejemplares o el más importante de México que es el Herbario de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU), que cuenta con 1,400,000 ejemplares (Thiers, 2017), pero que reciben recursos fijos para tal función.

La CPV-EBUM ha tenido un crecimiento lento pero constante y actualmente ocupa el 2do. lugar en importancia regional, ya que abarca el 95% de los municipios del estado de Michoacán. Desde sus inicios el Herbario EBUM ha tenido vinculación con otros herbarios del país (MEXU, IEB, Herbario Isidro Palacios de San Luis Potosí-SLPM y Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-CIIDIR) y continua teniéndolo a través del programa de donación y préstamo de ejemplares.

En el rectorado de Dr. Medardo Serna González y siendo director de la Facultad de Biología el M. en C. Carlos Armando Tena Morelos, se concluyeron los trabajos del edificio en cuya planta baja se concentrarán todos los profesores investigadores del área de botánica con diferentes líneas de investigación, mientras que el segundo piso albergará el acervo de las diversas colecciones científicas de dicha área. Este espacio cuenta con modernas instalaciones como un sistema de aire acondicionado generado por energía geotérmica y sustentable denominado “Bomba de calor”, así como gavetas con sistema de rieles para ahorrar espacio de almacenamiento, lo cual permitirá el crecimiento de las colecciones en cuanto al número de ejemplares. Cuenta además con espacios para funciones específicas, como área de bodega, área de fumigación, área de montaje, área de cómputo y biblioteca. Este edificio se encuentra en el interior del Jardín Botánico Nicolaita “Melchor Ocampo”, cuya ubicación facilitará la vinculación con otras instituciones de investigación, ya que se encuentra en la zona denominada “Ciudad del Conocimiento”. Estas instalaciones fueron inauguradas oficialmente por el Rector el 13 de junio del 2018.



Figura 3. Inauguración de las nuevas instalaciones del Herbario EBUM, ubicado en el Jardín Botánico Nicolaita "Melchor Ocampo", (RIFCh).

IMPACTO CIENTÍFICO Y SOCIAL DE LA CPV-EBUM

La CPV-EBUM tiene como misión ser un acervo de colecciones sistematizadas de plantas vasculares, que contribuya al conocimiento de la biodiversidad en el estado de Michoacán y áreas circunvecinas, apoyando a la docencia e investigación científica, así como a la difusión del conocimiento de la flora, y como visión proyectarse como una colección regional que reúna y preserve ejemplares representativos de la diversidad de especies vegetales del estado de Michoacán, para proporcionar un servicio eficiente y confiable acerca de la información y determinación científica de la flora del estado, además de aumentar el acervo florístico y nuevas colecciones.

Tenemos como objetivos: 1. Reunir y resguardar una muestra de la riqueza florística representativa del estado de Michoacán y del país; 2. Contar con la información sistematizada de los ejemplares depositados en las colecciones, de acuerdo con estándares internacionales; 3. Incrementar el acervo de las colecciones; 4. Fortalecer la vinculación con otros herbarios, tanto nacionales como internacionales, y 5. Promover actividades de extensión, vinculadas al sector público y académico.

Prueba de la importancia de la CPV-EBUM y de los botánicos que han colaborado para su formación, es que se tienen bajo resguardo 15 ejemplares tipo, de los cuales uno es un holotipo: *Cestrum chiangi* Montero (Montero, 2018), 10 son isotipos: *Mimosopsis moreliensis* Britton (Britton, 1928), *Phoebe arsenei* C. K. Allen (Allen, 1945), *Eleobacharis rzedowskii* S. González (González, 1985), *Dyospyros xolocotzii* Madrigal & Rzed (Madrigal-Sánchez y Rzedowski, 1988), *Stillingia pietatis* McVaugh (McVaugh, 1995), *Vernonia solorzanoana* Rzed. & Calderón (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1995), *Bursera xolocotzii* Guevara (Guevara-Féfer, 2010), *Echeveria coruana* I. García, D. Valentín & Costea (García et al., 2016), *Salvia guevarae* Bedolla & Zamudio (Bedolla y Zamudio, 2017) y *Salvia madrigalii* Zamudio & Bedolla (Zamudio y Bedolla, 2017); dos paratipos: *Acourtia fragans* Rzed (Rzedowski, 1983) y *Carex rzedowskii* Reznicek & S. González (Reznicek y González, 1995); y dos topotipos: *Aster riparius* Kunth (Kunth et al., 1820) y *Heliopsis parviceps* Blake (Blake, 1943). Estos ejemplares provienen de los estados de Nuevo León, Querétaro, Puebla, Guerrero y, principalmente, de Michoacán.

Todos los ejemplares tipo, a excepción de los publicados entre 2016 y 2018, se encuentran digitalizados en el proyecto LAPI (Latin American Plants Initiative), Iniciativa de Plantas de América Latina, auspiciado por la fundación Andrew W. Mellon, cuyo objetivo es lograr que todos los ejemplares tipo de plantas se encuentren disponibles a nivel mundial, a través de una red virtual de imágenes digitales, el cual es accesible en la página web de JSTOR Global Plants (2018).

De estos ejemplares tipo de plantas vasculares, nueve se han nombrado en honor a grandes botánicos y naturalistas mexicanos, entre ellos se destacan el Biól. Efraím Hernández Xolocotzi, el M. en C. Xavier Madrigal Sánchez, el Biól. Fernando Guevara Féfer y el Dr. Manuel Martínez So-

lórzano, así como también el botánico polaco Dr. Jerzy Rzedowski Rotter y el religioso botánico francés Arsène Joseph Brouard, quienes han sido honrados con ese reconocimiento.

Recientemente el Dr. Juan Carlos Montero, profesor investigador de la Facultad de Biología de nuestra Universidad, donó a la CPV-EBUM el primer holotipo de una especie nueva descrita en 2018 que ha nombrado como *Cestrum chiangi* Montero, en honor al Dr. Fernando Chiang Cabrera.



Figura 4. Ejemplar holotipo de *Cestrum chiangi* Montero, descrito en el presente año (2018) por el Dr. Juan Carlos Montero, profesor investigador de la Facultad de Biología, UMSNH, (KGPZ).

El isotipo *Echeveria coruana* I. García, D. Valentín & Costea, especie descrita en el 2016, fue resultado de una tesis de licenciatura del egresado Biól. Dagoberto Valentín Martínez quien realizó su licenciatura en la Facultad de Biología de la UMSNH. Los isotipos *Salvia madrigalii* Zamudio & Bedolla y *S. guevarae* Bedolla & Zamudio descritas en el 2017, fueron resultados del trabajo de recolectas de la Dra. Brenda Yudith Bedolla García, quien se formó en la UMSNH y actualmente es responsable de la base de datos en el Herbario IEB y del Dr. Sergio Zamudio Ruiz quien se encuentra jubilado pero sigue activo en su labor botánica.

Haciendo una revisión de la lista de especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la CPV-EBUM resguarda 78 especies (267 ejemplares) que se encuentran en algún status de riesgo, de los cuales 19 especies se encuentran en categoría de peligro de extinción (P), 29 especies en categoría de amenazadas (A) y 30 especies en categoría de protección especial (Pr).

Es importante considerar que gran parte de la biodiversidad vegetal aún no descrita puede encontrarse en los herbarios, esperando para ser revisadas y finalmente descritas por especialistas.





Figura 5. Ejemplar de *Diospyros xolocotzii* Madrigal & Rzed., con distribución restringida a la localidad tipo, al suroeste de la Ciudad de Morelia, Michoacán, descrita por el M. en C. Xavier Madrigal Sánchez, Profesor Investigador de la Facultad de Biología, (KGPZ).

IMPACTO SOCIAL

Una parte fundamental de resguardar tan importante información en una colección científica como la descrita, es compartirla con investigadores e interesados en el conocimiento de las plantas, es por eso que se tiene un programa de difusión de la CPV-EBUM con diferentes temáticas y se participa activamente en diferentes actividades como foros, tianguis de la ciencia, cursos, exposiciones temporales y permanentes, talleres, simposios en varios sectores de la sociedad e instituciones de nivel superior, media superior y básica, así como a personas con capacidades especiales, con la finalidad de despertar la curiosidad por el conocimiento de las plantas vasculares y reconocer la importancia de una colección científica.

El Herbario presta varios servicios, uno de los más importantes es facilitar la consulta de la CPV-EBUM, así como proporcionar información de la base de datos; se realizan determinaciones de ejemplares botánicos; se encuentra disponible un banco de imágenes de algunos grupos de plantas vasculares; además se realizan inventarios florísticos y mapas de distribución de algunas regiones de Michoacán; estos servicios están disponibles para académicos de la UMSNH y de otras instituciones, así como para público en general.



Figura 6. Cursos y talleres impartidos a diversos sectores de la población por parte del personal del Herbario EBUM, (RIFCh).

La CPV-EBUM cumple con su principal objetivo que es conservar y aportar información sobre la biodiversidad florística del estado de Michoacán y otros estados de la República Mexicana. Así mismo el Herbario EBUM cumple con la misión de la UMSNH de formar recursos humanos altamente capacitados que generen cambios en su entorno e impulsen el avance científico, además de realizar actividades de vinculación y difusión para compartir el conocimiento generado.

REFERENCIAS

- Allen, C. K. (1945). Studies in the Lauraceae, VI. Preliminary Survey of the Mexican and Central American Species. *Journal of the Arnold Arboretum*, 26, 312.
- APG IV. (2016). Byng, J., Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Judd, W. S., Mabberley, D. J., Sennikov, A. N., Soltis, D. E., Soltis, P. S. y Stevens, P. F. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1-20.
- Bedolla-García, B.Y. y Zamudio, S. (2017). Nueva especie de *Salvia* (Lamiaceae) del centro de México. *Phytoneuron*, 66, 1-12.
- Blake, S. F. (1943). *Heliopsis parviceps*. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 33, 268.
- Britton, N. L. (1928). *Mimosopsis moreliensis*. *North American Flora*, 23, 178.
- Chávez, C. M. A. y Gómez, P. M. (2012). *Memoria de las plantas, pasado y presente del Herbario de la Facultad de Biología*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Comisión institucional para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia y el Centenario de la Revolución Mexicana, Instituto de Investigaciones Históricas. Morelia, Michoacán.
- Cronquist, A. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. Nueva York.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R. y Salgado, U. I. (2004). A current estimate of angiosperm diversity in Mexico. *Taxon*, 53, 127-130.
- Espinosa, G. F. J. y Sarukhán, J. (1997). *Manual de malezas del Valle de México: claves, descripciones e ilustraciones*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ertter, B. (2000). Floristic surprises in North America North of Mexico. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 87, 81-109.
- García-Ruiz, I., Valentín-Martínez, D., Carrillo-Reyes, P. y Costea, M. (2016). Taxonomic and floristic novelties for *Echeveria* (Crassulaceae) in Central Michoacan, Mexico. *PhytoKeys*, 75, 1-12.
- González, E. M. del S. (1985). Tres nuevas especies mexicanas de *Cyperaceae*. *Phytologia* 57, 381-382.
- Guevara-Féfer, F. (2010). Una nueva especie de *Bursera* (Burseraceae), endémica de la cuenca

- baja del Río Balsas en los estados de Michoacán y Guerrero, México. *Acta Botánica Mexicana*, 92, 120–128.
- JSTOR Global Plants. (2018). JSTOR Global Plants in Munich. Botanische Staatssammlung München 2011–2018. Recuperado el 20 de junio, 2018 de: <http://www.botanischestaatssammlung.de/projects/GPI.html>
- Kunth, K. S., Humboldt y Bonpland. (1820). *Aster riparius*. *Nova Genera et Species Plantarum*, 4, 72–73.
- Llorente-Bousquets, J. y Ocegueda, S. (2008). Estado del conocimiento de la biota. En CONABIO (Eds.), *Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad* (pp. 283–322). México.
- Madrigal-Sánchez, X. y Rzedowski, J. (1988). Una especie nueva de Diospyros (Ebenaceae) del municipio de Morelia, estado de Michoacán (México). *Acta Botánica Mexicana*, 1, 3–6.
- McVaugh, R. (1995). Euphorbiacearum sertum Novo-Galicianarum Revisarum. *Contributions of the University of Michigan Herbarium*, 20, 210.
- Montero, C. J. C. (2018). *Cestrum chiangi* (Solanaceae), una especie nueva de Guerrero y Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana*, 124, 1–7.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. *Norma Oficial Mexicana. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio*. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.
- Reznicek, A. A. y González, E. M. del S. (1995). The Carex Lurida group (Cyperaceae) in the neotropics. *Contributions of the University of Michigan Herbarium*, 20, 218.
- Rzedowski, J. (1983). Algunas adiciones al género Acourtia (Compositae-Mutisieae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 45, 102–104.
- Rzedowski, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14, 3–21.
- Rzedowski, J. y Calderón de Rzedowski, G. (1995). Tres adiciones a la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 32, 7–9.
- Sánchez, D. G. y Chávez, C. M. A. (2012). Una aproximación a los estudios a las colectas botánicas en Michoacán. De la época colonial a la primera década del siglo XX. En Chávez, C. M. A. y Gómez, P. M. (Eds.), *Memoria de las plantas, pasado y presente del herbario de la Facultad de Biología*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (pp. 9–76). Morelia, Michoacán.
- Thiers, M. B. (2017). The World's Herbaria 2017: A Summary Report Based on Data from Index Herbariorum. Issue 2.1. Recuperado el 20 de junio, 2018 de: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- Toledo, V. M. (1994). La diversidad biológica de México: nuevos retos para la investigación en los noventa. *Ciencias*, 34, 43–59.
- Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*, 28, 160–167.

Villaseñor, J. L. (2004). Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 105-135.

Villaseñor, J. L. (2015). ¿La crisis de la biodiversidad es la crisis de la taxonomía? *Botanical Sciences*, 93, 3-14.

Villaseñor, G., L. E. (Edt.). (2005). *La biodiversidad en Michoacán: estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

Zamudio, S. y Bedolla-García, B. Y. (2017). *Salvia madrigalii* (Lamiaceae), una especie nueva de Michoacán, México. *Brittonia*, 70, 76-83.





Colección de Frutos (carpoteca)

PATRICIA SILVA-SÁENZ

RESUMEN

Desde la creación del Herbario de la Facultad de Biología (EBUM) en 1977, no se había iniciado una colección de frutos. Fue en el año 2010 cuando se planteó que, por la experiencia de la autora de este capítulo y por las necesidades de crear nuevas colecciones, se generara el proyecto. A partir de entonces se empezó a trabajar en ello y se ha llegado a reunir hasta la fecha 125 muestras botánicas, pertenecientes a 53 familias (principalmente Fabaceae, Anacardiaceae y Solanaceae), 86 géneros y 111 especies de diez municipios de Michoacán, y otros cuatro de los estados de Guerrero, Guanajuato, Veracruz y Puebla. Se presenta aquí una clave de identificación de 40 tipos de frutos, basada en el sistema de clasificación propuesto por Díaz et al. (2004) adaptado (ampliado y modificado) para cubrir las necesidades que se han presentado en la determinación de la diversidad de los ejemplares compilados.

Los especímenes provienen principalmente de estudios en florística. Se pretende que a partir de ellos se realicen investigaciones eficientes y confiables en taxonomía en plantas (tanto nativas como silvestres), que sirvan de apoyo en determinación taxonómica y el cotejo, en morfología y anatomía de frutos de los diferentes tipos de vegetación, tanto del estado como de zonas aledañas y en general del país, además de apoyar consultas, tanto las relacionadas con todas las líneas de la botánica, como con otras áreas de la biología: la ecología, la zoología, la biogeografía, la restauración y conservación de ambientes y la biología molecular, entre otras, inclusive las relacionadas con la industria, problemas médicos, etcétera, de tal manera que pueda consultarse por especialistas y público interesado.

INTRODUCCIÓN

La flora en México está cuantificada en 73 órdenes, 297 familias, 2,854 géneros y 23,314 especies de plantas vasculares, distribuidas éstas como sigue: 1,039 especies corresponden a helechos y licofitas, 149 gimnospermas y 22,126 angiospermas (Villaseñor, 2016), y destaca el hecho de que nuestro país se considera uno de los cinco con mayor riqueza de flora y fauna (Gío Argáez y López, 1993; Ramamoorthy et al., 1993; Flores y Gerez, 1994; Villaseñor, 2016) e incluso, entre los países continentales ocupa el segundo por el número de especies endémicas (alrededor del 50%), solo por debajo de Sudáfrica (Villaseñor, 2016).

En las Angiospermas (también conocidas como plantas con flor) es en donde se presentan los frutos: antes de que este grupo de vegetales “surgiera”, las plantas no producían semillas o las producían expuestas en las brácteas de los estróbilos o conos (comúnmente llamados “piñas” en pinos), en las plantas con flor están contenidas en el ovario. Después de la fecundación y desarrollo de las semillas, el ovario y, ocasionalmente, otras partes de la flor (sépalos, receptáculos, brácteas o inflorescencias) se desarrollan para producir el fruto (Nabors, 2006; Valencia et al., 2012). Los frutos pueden tener diversas funciones dependiendo de la especie: protección del embrión (contenido en las semillas) de la desecación y de efectos mecánicos y, hasta cierto punto, de enfermedades y del daño por herbívoros; promueven la dispersión de las semillas por parte de los animales que los comen (principalmente los de consistencia carnosa) o permitir diseminarse con facilidad con el viento o el agua o por efecto de la gravedad, además de que el fruto proporciona un fertilizante a la semilla para su germinación, e incluso hasta que se establece la plántula (Izco, 2004; Nabors, 2006). Los frutos (y las semillas), de entre los diferentes órganos de las plantas, son de los más importantes para la alimentación humana y todos ellos son fuente de azúcares, vitaminas, minerales y ácidos, entre otros nutrientes; además de que son de gran importancia económica por su uso alimenticio, forrajero, artesanal, como especias o condimentos y la extracción de aceite, por mencionar algunos (González et al., 2011). En la práctica de la botánica o más específicamente, de la taxonomía y de la florística, el conocimiento del tipo de fruto que posee una determinada planta, es importante pues es atributo básico en el proceso de la identificación.

Figura 1. Frutos tipo folículos de *Asclepias curassavica* L. (familia Asclepiadaceae, “hierba María”), de la colección de frutos, (GV).



JUSTIFICACIÓN

Se han registrado para Michoacán 5,012 especies (Villaseñor, 2016) y ocupa el cuarto lugar entre los estados del país con alto endemismo (2,223) y con más del 30% de su superficie transformada (39%) y con la vegetación natural destruida (Villaseñor, 2015, 2016), 85 endémicas del estado y 16 no endémicas pero restringidas (Villaseñor, 2016).

Aun y con las cifras para la flora del estado y/o de la región, que de acuerdo con Rzedowski (2015) para el Bajío y regiones adyacentes se tenía cubierto el 45% de las especies de plantas vasculares calculadas (y de manera similar, otras floras regionales en formación), el conocimiento actual es fragmentado y en ocasiones escaso o inexistente, lo cual ha dificultado hacer planteamientos sobre el aprovechamiento de este recurso, así como plantear soluciones a problemas ecológicos tales como deforestación, degradación de suelos o pérdida de la biodiversidad (Rodríguez, 1992). Desafortunadamente, está lejos de lograrse un conocimiento confiable de la riqueza biológica, y a la fecha es difícil determinar con exactitud el número de familias, géneros o especies de plantas mexicanas (Villaseñor, 2003) además de que la distribución geográfica de ellas también es poco conocida (Gernandt et al., 2014). Martínez-Meyer et al. (2014) dice que: "...a pesar de dos siglos de trabajo en sistemática, se conoce solamente una fracción del total de las especies que existen en el país..." y "...un problema de suma importancia es que esta gran diversidad biológica se está perdiendo con un aumento en la tasa de extinción de especies que es de magnitud mayor que la tasa natural".

Numerosos especialistas están de acuerdo en la enorme relevancia que representan las colecciones científicas. Ya en 1992, Dávila menciona que las colecciones: 1) Son la base de la taxonomía y la taxonomía es la base de la biología comparativa, y entonces, para el entendimiento de las relaciones filogenéticas, se debe contar con las colecciones; 2) Son la materia prima de cualquier estudio biológico, y 3) Son indispensables para estudios de conservación y manejo de recursos naturales. Las colecciones biológicas son fundamentales para estudiar y entender la diversidad de seres vivos en el espacio y el tiempo (Gernandt et al., 2014) y conservan la materia prima para el desarrollo del conocimiento sobre las plantas (Martínez y Yáñez, 2012). Gran parte del descubrimiento de la diversidad faltante es obtenido con la revisión especializada del estudio de las colecciones científicas (Villaseñor, 2016). Este trabajo posibilitará ampliar el conocimiento de estudio de los frutos de angiospermas y su diversidad, un apoyo en la docencia, en el campo de la taxonomía, ecología y distribución de las especies, así como en los ecosistemas que habitan.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA CARPOTECA

En septiembre del año 2010, cuando se propone la formación de la colección, se comienzan a realizar actividades enfocadas a la documentación bibliográfica, recopilación de material vegetal y demás materia prima necesaria, en una buena parte con recursos propios. Una vez elaborado el proyecto a finales del mismo año 2010, para el 2015 ya se contaba con 58 ejemplares, en el año 2016 se incrementó a 88, y en 2017 a 117.

Aunque pequeña, fue una tarea nada sencilla pues cabe matizar que la obtención de un ejemplar de herbario a partir de su colecta implica una serie de acciones complejas y a veces de largo plazo: desde la elección de la localidad de colecta (que sea seguro para los que viajarán hasta allá), el contactar con los vecinos para establecer cierta relación que facilite el acercamiento y el trabajo, la documentación del ejemplar(es), la espera del proceso reproductivo (presencia de atributos esenciales para el ulterior procesamiento), la apropiada deshidratación, una sistemática y minuciosa revisión de la morfología, el dominio de la terminología técnica, así como el cotejo con la o las descripciones que la literatura reporta (aunado a la ardua labor de conseguir las floras adecuadas, que por desgracia no siempre las hay o no se dispone de ellas) y también con ejemplares de colección científica que ya han sido corroborados en su identidad específica.



Figura 2. Vista al microscopio de ejemplar botánico para su identificación taxonómica, (GV).

CARACTERÍSTICAS DEL ACERVO DE LA CARPOTECA

La Carpoteca actualmente tiene bajo su resguardo 125 ejemplares, distribuidos en 53 familias, 86 géneros y 111 especies. Destacan ahora las familias Fabaceae y Solanaceae, en los primeros lugares tanto de género como de especies (Figuras 3 y 4).

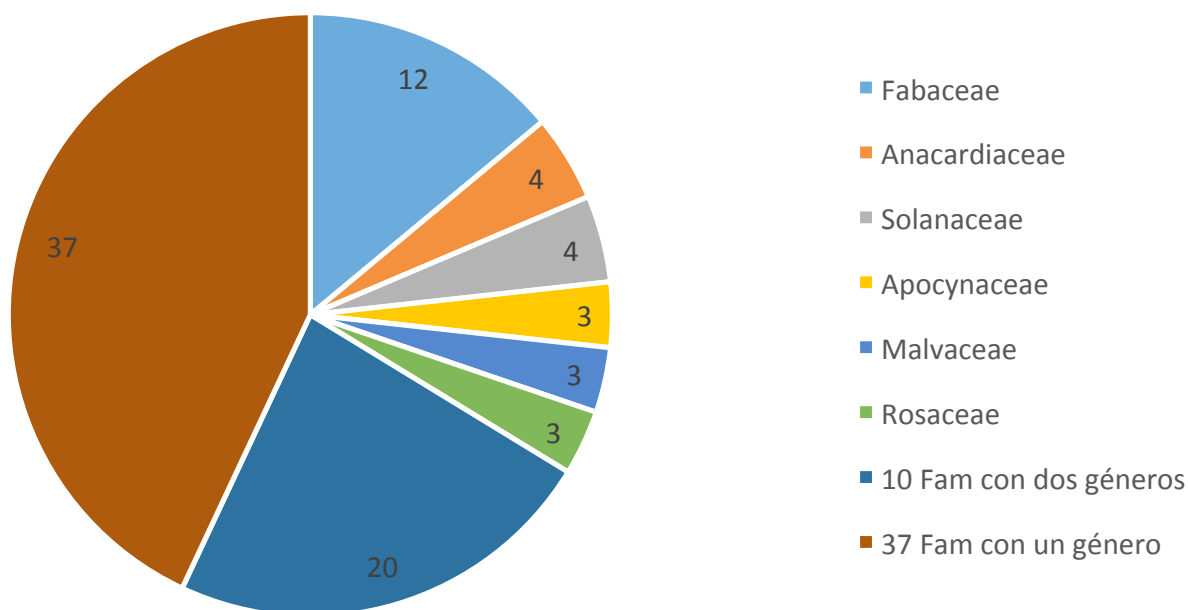


Figura 3. Familias de plantas de la Carpoteca y su diversidad de géneros.

Las colectas provienen principalmente del estado de Michoacán (Cuadro 1). En su mayoría, el acervo de la Carpoteca ha sido obtenido principalmente de inventarios florísticos de las siguientes áreas geográficas: 33 del cerro La Parotita y sus alrededores, municipio de Ajuchitlán del Progreso (Chamu, 2017); 12 del Lago Cráter La Alberca, de Teremendo de los Reyes, municipio de Morelia (Contreras, 2016); 11 del ANP (Área Natural Protegida) Cerro Punhuato, municipio de Morelia (Silva-Sáenz y Zavala, 2012); 8 del Área Natural Voluntaria Cerro de Comburinda, municipio de Tingambato (Sales, 2017); 7 muestras del Malpaís de San Andrés Corú, municipio de Ziracuaretiro (Valentín, 2016), y el mismo número del ANP La Alberca de los Espinos, municipio de Jiménez (Contreras, 2018), la primera del estado de Guerrero y el resto de Michoacán. Se planea que este acervo se continúe incrementando, ampliando la difusión de su existencia e invitando a todos aquellos investigadores que en su actividad tengan contacto con especies vegetales a integrar materiales vegetales con sus respectivos requerimientos: ejemplar botánico contraparte determinado taxonómicamente y la propia información registrada durante la colecta, con el objetivo de ir aumentando la importancia de la colección (Figura 5).

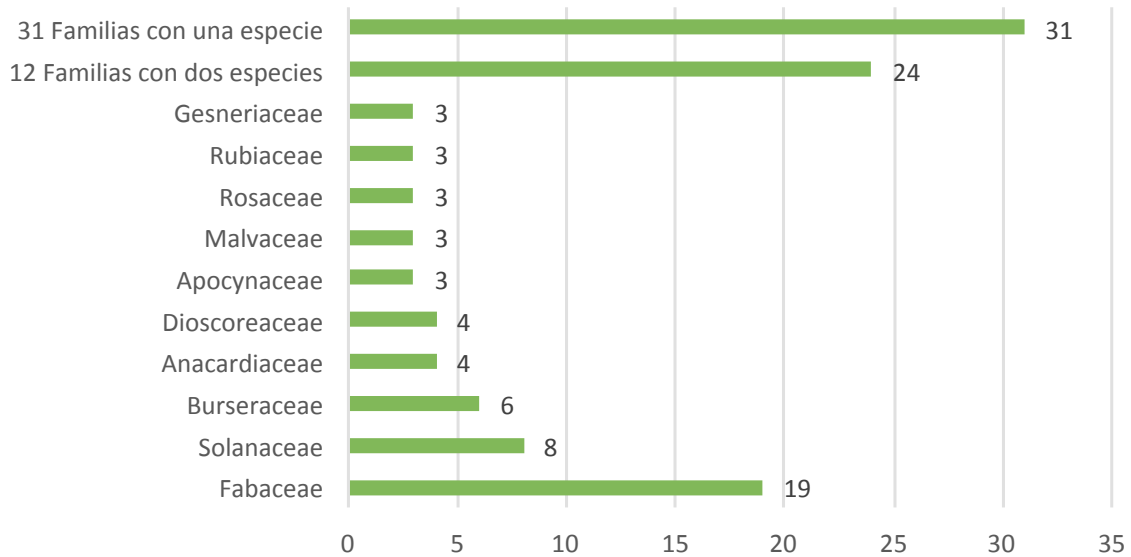


Figura 4. Diversidad de especies en las Familias botánicas de la Carpoteca.

ESTADO	Mpio(s)	No. ejemplares
Michoacán	10	79
Guerrero	1	33
Veracruz	1	7
Guanajuato	1	4
Puebla	1	2

Cuadro 1. Procedencia de los ejemplares de la Carpoteca.

Todos los ejemplares tienen su complemento en la colección de plantas, que consisten de partes de plantas o, en algunos casos, de ejemplares de plantas completas (incluyendo la raíz en caso de las herbáceas) y que se secan y se montan sobre cartulina de dimensiones estándar de colecciones científicas (28 × 41cm) y se han preparado a partir del proceso de deshidratación, usando una secadora eléctrica. Los frutos que actualmente se encuentran preservados en seco para su almacenamiento final, se han acomodado en cajas de cartón en cuya tapa (parte superior) se les adhiere la etiqueta que contiene información valiosa de cada uno de ellos (Figuras 5 y 6). Preparados de esta manera y mantenidos fuera de la humedad para prevenir infestación de plagas, se espera que los ejemplares se puedan conservar durante cientos de años.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO HERBARIO DE LA FACULTAD DE BIOLOGIA PLANTAS DE GUERRERO, MÉXICO	
NC:	<i>Pseudosmodingium perniciosum (Kunth) Engl.</i>
FAM:	Anacardiaceae Nc: "cuajote"
LOC:	Cerro La Parotita de la localidad San Antonio de los Libres.
MPIO:	Aiuchitlán del Progreso. ESTADO: Guerrero PAIS: México
ALT:	393 msnm. LAT: 18°09'41.3" N LONG: 100°34'06.1" W
HAB:	Ladera del cerro
VEG:	Bosque Tropical Caducifolio
ASOC_VEG:	<i>Amphipterygium adstringens.</i> , <i>Bursera spp.</i> , <i>Randia thurberi.</i>
No. Col.:	282 FECHA Col: 06/10/2014 F.B.: Árbol.
COL:	Pedro Chamu Alonso.
OBS:	Árbol de 6 m de alto; 22 cm diámetro; flores de color blancas; corteza de color roja exfoliante; muy abundante; uso para poste; tipo de frutos drupa aplanada
No. CARPOTECA	70 FRUTO: Drupa aplanada
FOLIO EBUM	DET: Pedro Chamu Alonso.

Figura 5. Ejemplo de una etiqueta de la colección, (GV).

En las etiquetas se indica la identidad taxonómica del ejemplar, información de la localidad de procedencia (incluyendo estado y municipio), el nombre del colector, la fecha de recolección, nombre vulgar (cuando se dispone), hábitat, tipo de vegetación, altitud, coordenadas geográficas y otras observaciones variables dependiendo de las características de la planta (abundancia relativa, altura de la planta cuando es un arbusto o árbol, color de la flor, peculiaridades de la corteza, entre otros) y, obligatoriamente, el tipo de fruto (Figura 3). La base de datos con la información se ha capturado en una hoja de cálculo de Excel Microsoft Professional Plus versión 2013. El etiquetado se ha elaborado de dos maneras: exportar la información a Microsoft Word o exportar a Microsoft Access.



Figura 6. Caja conteniendo varias cápsulas de *Datura stramonium* L. (familia Solanaceae, “toloache”) en su interior, en la tapa su respectiva etiqueta, (GV).

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN USADO EN LA CARPOTECA

Hasta este momento se han propuesto distintas maneras de clasificar las variantes en las formas de los frutos y entre los atributos usados en la clasificación se consideran si provienen de una o varias flores, las piezas de la flor que intervienen en su constitución, la consistencia de sus partes, la dehiscencia y el lugar donde abre, la posición del ovario, el número de semillas, entre otros (Fonseca y Velázquez, 2007; Izco, 2004; Mausset, 2003).

Las opiniones varían, pero de manera general hay consenso en definir cuatro grandes grupos: 1. Los simples, que son aquellos que provienen del gineceo de una sola flor, con los carpelos fusionados; 2. Los agregados, que provienen de una sola flor, con un solo carpelo o varios pero entonces fusionados; 3. Los accesorios, donde además del pistilo o gineceo, intervienen otras partes de la flor; 4. Las infrutescencias, que se constituyen de varias flores de una inflorescencia. Sin embargo, dado que se notan las discrepancias en las variantes específicas, y debido a que aquellos participantes interesados en colaborar con el enriquecimiento de la colección al donar sus especímenes, deberán (es lo deseable) proporcionar cierta información elemental, se considera que el presente documento es el adecuado para facilitar la identificación o clasificación de tales materiales, presentándose una clave que incluye 40 variantes de frutos (Anexo 1) y al mismo tiempo se da muestra de una de las particularidades que tiene el trabajo de este tema.

IMPACTO CIENTÍFICO Y SOCIAL DE LA CPUM

Las colecciones científicas no son un fin en sí mismas, sino un medio e instrumento de apoyo y trabajo para alcanzar diversos objetivos (Martínez y Yáñez, 2012). Aunque ahora puede ser considerada una colección pequeña, la carpoteca podrá ser una herramienta útil en diversos estudios no necesariamente enfocados a hacer una colección botánica: servirá de apoyo en los procesos de identificación taxonómica donde incluso sólo se cuenta con un fruto o una parte de él para la identificación de la especie, caracterización morfológica de frutales promisorios y estudios de dispersión y fito-mejoramiento, análisis de contenidos estomacales de fauna asociada o de interacciones planta–animal, en palinología, en fitoquímica, se podrá dar solución a preguntas relacionadas con la distribución de las especies (a partir de los datos de la localidad) o en estudios sobre cómo evaluar el estado de conservación de especies, además es una herramienta de apoyo en los procesos de docencia y extensión.

Socialmente puede ser importante para el público en general, ya que incluirá datos relacionada con tipos de frutos comestibles, así como tipos de frutos no recomendados debido a que podrían contener información sobre algún daño que pudieran ocasionar, desde leve hasta de gravedad, para el ser humano.

RESGUARDO Y GESTIÓN PARA SU USO

De acuerdo con Martínez y Yáñez (2012) se ha identificado una problemática común en las colecciones científicas en México: falta de presupuesto, acumulación de ejemplares en espera de ser procesados, falta de personal para realizar las diversas actividades y desconocimiento de su labor e importancia entre la sociedad y la misma comunidad científica, entre muchos otros; características presentes en esta carpoteca, pero a pesar de ello, cuenta con espacio para el manejo y la conservación de la colección. Se pretende entablar relaciones con otras colecciones de la región y del país para realizar actividades de intercambios y donaciones de material que fortalezcan el acervo y favorecer así el quehacer científico. Cabe destacar que los datos y los especímenes están a disposición para consulta de todo tipo de público, con el debido apoyo de la curadora.

Como una forma de ampliar el conocimiento y apoyo a otras áreas de la biología, se reciben también conos femeninos o estructuras reproductoras del otro grupo de Fanerógamas, las Gimnospermas

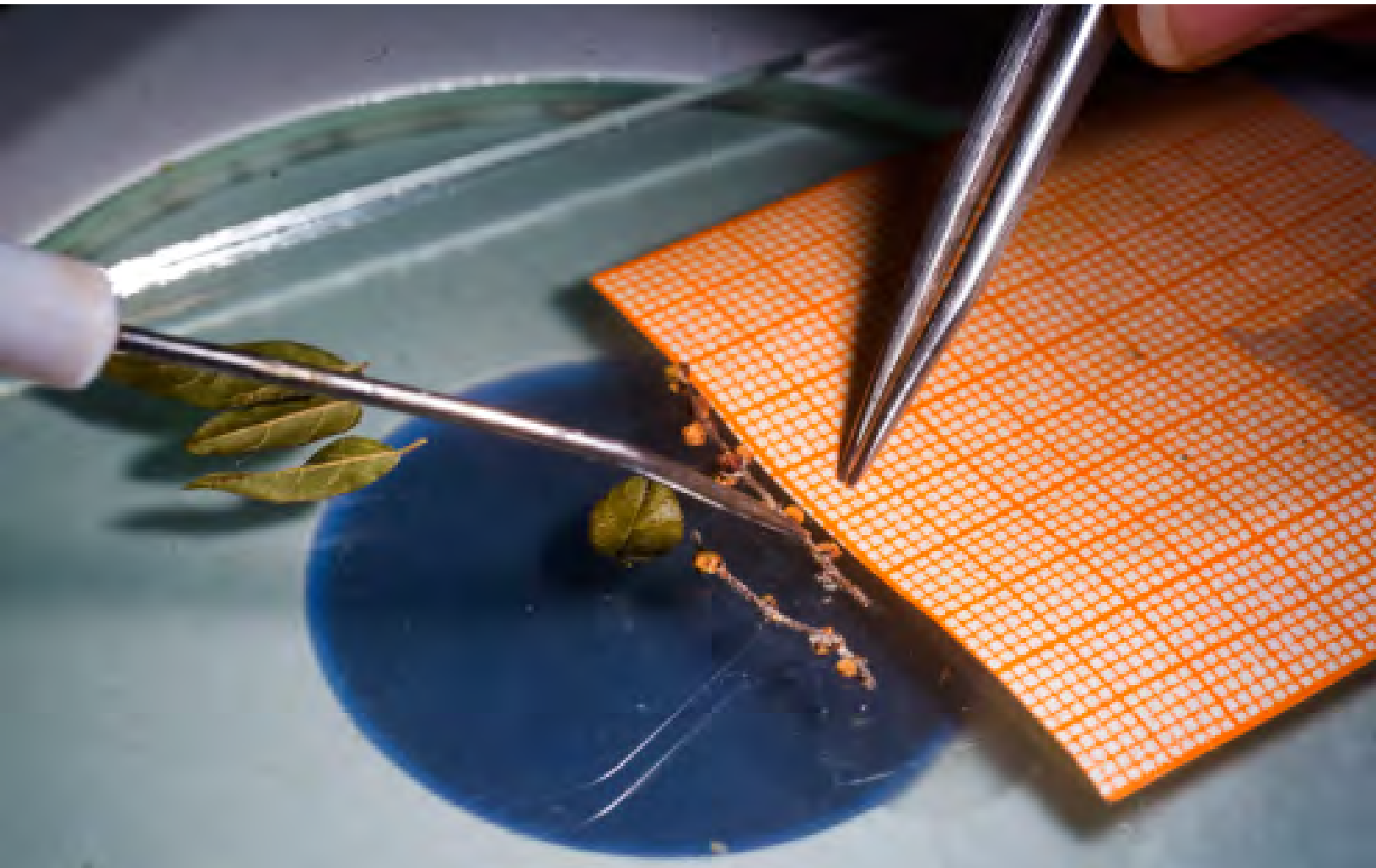


Figura 7. Diseccionando un ejemplar botánico para su determinación taxonómica, (GV).

Finalmente se considera necesario e indispensable el establecimiento de convenios de colaboración de la institución, internos (con otras dependencias que trabajen con materiales vegetales) o externos (otras Universidades o Instituciones) que permitan: el reconocimiento de la existente vinculación de los problemas socio-económicos con la investigación y la docencia; el fortalecimiento de la idea de que las colectas botánicas y acciones asociadas son un trabajo digno y de gran valor; la donación y/o intercambio de frutos; el financiamiento económico para la suficiencia de espacio físico; solucionar o enfrentar situaciones relacionadas con la falta de presupuesto para la adquisición de materiales; el equipamiento adecuado (bibliografía, mobiliario y aditamentos para su preservación); el desarrollo del sistema de información (bases de datos), etcétera, de todas las colecciones, que conlleve a su permanente actualización, su eficiente y adecuada utilización o aprovechamiento, y a su consolidación.



Figura 8. Colaboradores (tesistas) que han depositado sus muestras en la Carpoteca, (GV).

REFERENCIAS

- Chamu, A. P. (2017). *Estudio florístico del cerro La Parotita de la localidad de San Antonio de los Libres, Municipio de Ajuchitlán del Progreso, Guerrero*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Contreras, B., R. (2018). *Inventario Florístico del Área Natural Protegida Alberca de los Espinos, Municipio de Jiménez, Michoacán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Contreras, L., J. (2016). *Flora terrestre y de la línea de costa y vegetación, del cráter La Alberca, de Teremendo de los Reyes, tenencia del municipio de Morelia, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Dávila, A., P. (1992). Un análisis de los herbarios mexicanos. *Revista Ciencias*, 6, 57-61
- Díaz, G. T. E., Fernández-Carvajal Á. M. del C. y Fernández P. J. A. (2004). *Curso de Botánica*. TREA. Gijón, España.
- Flores V. O. y Gerez P. (1994). *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.

- Gernandt, D. S., Salazar, G., Sánchez-Cordero, V., Melo, S. U., Joaquín, G. O. (2014). Digitalización del Herbario nacional: avances y retos para el futuro. *Revista Digital Universitaria*, 15.
- Gío-Argáez, R., López O. E. (Eds.). (1993). Diversidad biológica de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Volumen Especial XLIV, 1-427.
- González, E. A., Cedillo, P. E. y Díaz, G. L. (2011). *Morfología y anatomía de las plantas con flor*. Universidad Autónoma de Chapingo. México D.F.
- Izco, J. (2004). Caracteres taxonómicos. En: Botánica. Izco, J. (coordinador), E. Barreno, M. Brugués, M. Costa, J. A. Devesa, F. Fernández, T. Gallardo, X. Llimona, C. Prada, S. Talavera y B. Valdés. *Botánica* (Eds.), McGraw Hill – Interamericana. 2ª Edición. Madrid, España.
- Martínez, C. Ma. del R. y Yáñez E. L. (2012). La situación actual de los herbarios en México: problemas y desafíos. *Tlatemoani*, 10, 1-19.
- Martínez-Meyer, E., J. E. Sosa-Escalante y F. Álvarez N. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 1-9
- Mauset, J. D. (2003). *Botany an introduction to plant biology*. University of Texas. USA.
- Nabors, M. W. (2006). *Introducción a la Botánica*. Pearson Educación. Madrid, España.
- Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. (Eds.). (1993). *Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution*. Oxford University Press. Nueva York, EEUU.
- Rzedowski, R., J. (2015). Algunas reflexiones respecto al trabajo florístico en México. *Botanical Sciences*, 93, 1-2
- Sales, F., M. (2017). *Listado florístico y de vegetación del Área Natural Voluntaria (ANV) Cerro Comburinda, municipio de Tingambato, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Silva-Sáenz, P. y Zavala A., C. (2012). Inventario florístico del Área Natural Protegida cerro Punhuato. Informe técnico. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA). Morelia, Michoacán.
- Valencia, A. S., Martínez, G. M., Cruz, D. R., Jiménez, R. J. y Rodríguez, P. E. T. (2012). *Glosario ilustrado de embriofitas*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Valentín, M., D. (2016). *Inventario florístico de la parte de malpaís perteneciente al ejido de San Andrés Corú, Municipio de Ziracuaretiro, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de Magnoliophyta en México. *Red de Revistas Científicas de América latina, El Caribe, España y Portugal*, 28, 160-167
- Villaseñor, J. L. (2015). ¿La crisis de la biodiversidad es la crisis de la taxonomía? *Botanical Sciences*, 93, 3-14
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559-902

CLAVE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FRUTOS

- 1. SIMPLES:** Ovario súpero sincárpico o bien ovario ínfero, pero en este caso el receptáculo floral no se vuelve carnoso
- A. Secos
 - B. Monospermo
 - Ovario ínfero
 - Sin vilano
 - Pericarpo carnosos, independiente de la semilla, sin cúpula ... **Nuéz o núcula**
 - Pericarpo coriáceo, con cúpula **Glande**
 - Con vilano **Cipsela**
 - Ovario súpero
 - Con alas **Samara**
 - Sin alas
 - Pistilo simple
 - Pericarpo fusionado a la semilla **Cariopside o grano**
 - Pericarpo separable de la semilla **Aquenio**
 - Pistilo con 2 o más carpelos; pericarpo inflado y papiráceo **Utrículo**
 - BB. Polispermicos
 - C. Dehiscente
 - Monocarpelar
 - Dehiscencia por sutura ventral **Folículo**
 - Dehiscencia por sutura ventral y nervio medio del carpelo **Legumbre o vaina**
 - Bi-pluricarpelar
 - Dehiscencia transversal **Pixidio**
 - Dehiscencia no transversal
 - Con falso tabique placentario
 - Relación Long/Anch >3 **Silicua**
 - Relación Long/Anch ≤3 **Silicula**
 - Sin falso tabique placentario
 - Plurilocular, placentación axilar **Caja**
 - Unilocular, placentación central o parietal **Cápsula**
 - CC. Indehiscente
 - Legumbre indehiscente de maduración subterránea **Geocarpo**
 - CCC. Fragmentable
 - Fragmentación transversal **Lomento**
 - Fragmentación longitudinal
 - Derivado de ovario ínfero; se fragmenta longitudinalmente en dos segmentos monospermicos **Cremocarpo**
 - Derivado de ovario súpero; a la madurez y debido a tensiones higroscópicas, los carpelos se separan y catapultan las semillas **Regma**
- Tipo esquizocarpo**
 Cuando madura se fragmenta en tantas porciones como carpelos, cada carpelo con 1 semilla denominándose a cada trozo un mericarpo; a veces permanece indehiscentes **Esquizocarpo**
- AA. Carnosos
 - D. Polispermicos
 - E. Indehiscentes
 - Unicarpelares **Escitino**
 - Pluricarpelares
 - Interior carnoso
 - Exocarpo con glándulas productoras de escencias **Hesperidio**
 - Fruto exteriormente blando **Baya**
 - Fruto exteriormente duro **Pepónide o pepo**
 - Interior duro **Drupilaneo**
 - EE. Dehiscente
 - Explosivo **Sarcoelaterio**
 - Epicarpo y mesocarpo carnosos, al final más o menos desjugados, constituyendo una cáscara dehiscente de manera irregular **Trima**
 - DD. Monocarpelar **Drupa**

2. MÚLTIPLES O AGREGADOS: Ovario súpero apocárpico, raramente sincárpico.
Agregados de frutos procedentes de una sola flor.

F. Secos

Con alas **Disámara**

Sin alas

Con varios aquenios **Polifolículo**

Con varios folículos **Poliaquenio**

FF. Carnosos **Polidrupa**

3. COMPLEJOS O SIMPLES ACCESORIOS: Ovario ínfero con receptáculo floral que generalmente se vuelve carnoso.

G. Apocárpicos

Aquenios rodeados por un receptáculo acopado o hipantio **Cínarodon**

Receptáculo cónico, carnoso y comestible **Etereo**

GG. Sincárpicos

Carpelos en un estrato, interviene el receptáculo (hipantio) adherido al gineceo **Pomo**

Con ovario ínfero, carpelos en dos estratos, pericarpio coriáceo adherido al cáliz **Balausta**

4. INFRUTESCENCIAS O FALSOS FRUTOS: Conjunto de frutos procedentes de una inflorescencia.

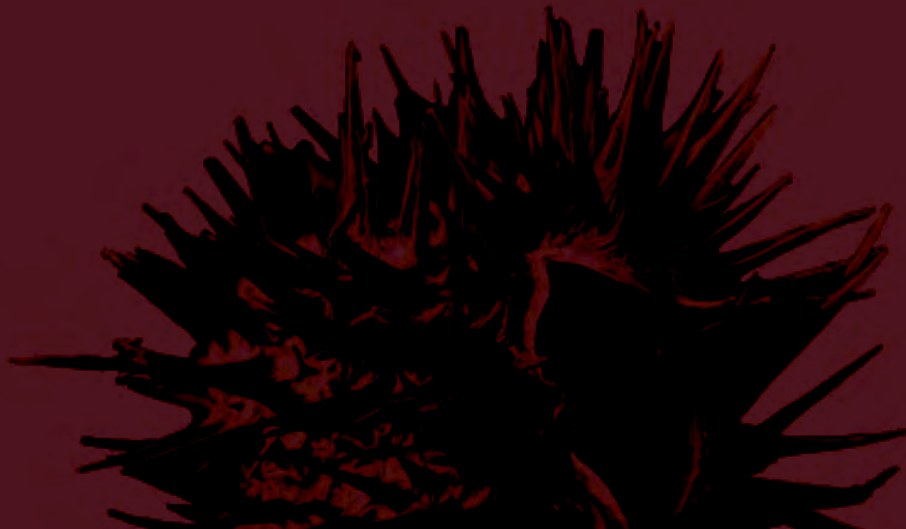
H. Eje carnoso con bayas y brácteas, o con nueces o drupas y perianto carnoso **Sorsis**

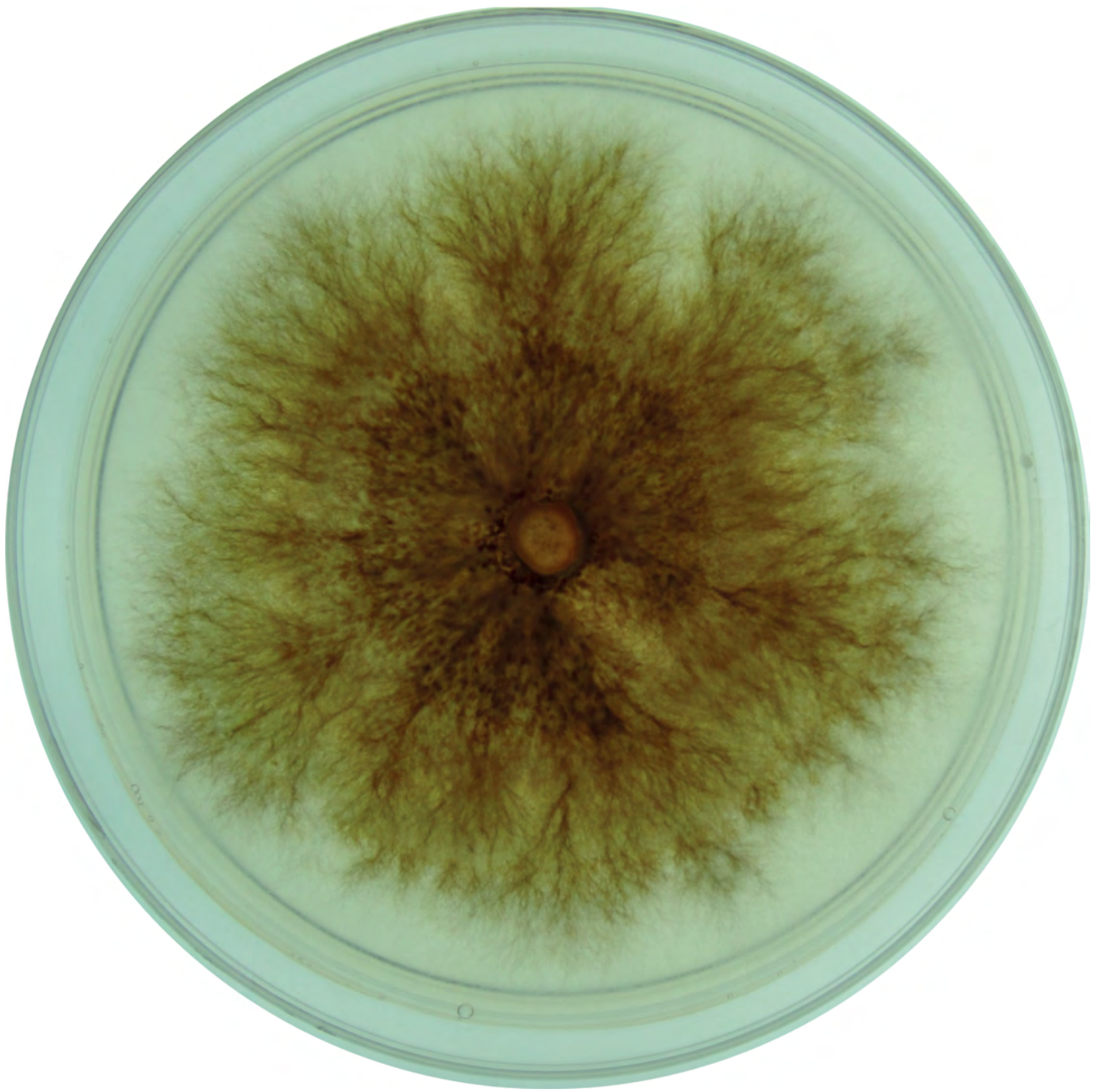
HH. Receptáculo piriforme, carnoso, hueco y con nueces en su interior **Sicono**

HHH. Aquenios agregados rodeados por pelos largos **Poliantocarpio**

HHHH. Eje de la inflorescencia cilíndrico, seco, frutos en la axila de brácteas leñosas **Estróbilo**

HHHHH. Involucro espinoso que recubre la infrutescencia del castaño,
los frutos son 3 aquenios de pericarpio coriáceo **Zurrón**





Colección de recursos genéticos fúngicos del estado de Michoacán

GERARDO VÁZQUEZ-MARRUFO, MA. SOLEDAD VÁZQUEZ-GARCIDUEÑAS
Y MARINA ARREDONDO-SANTOYO

RESUMEN

Los hongos han sido comúnmente ignorados en las estrategias de conservación de la diversidad biológica, algo que se ha modificado en los últimos años. Las colecciones de hongos vivos, denominadas tradicionalmente ceparios y más recientemente colecciones de recursos genéticos, constituyen una opción muy útil para la conservación *ex situ* (afuera de su ecosistema natural), de una fracción de la diversidad de especies fúngicas. Esta estrategia de conservación tiene relevancia ecológica y biotecnológica. Una especie fúngica extinta en un ecosistema pero conservada *ex situ* puede ser reintroducida en su ambiente natural para volver a cumplir con sus funciones ecológicas. Además, las especies de hongos producen enzimas y sustancias con actividad farmacológica, pueden constituir un alimento saludable y una herramienta para el combate contra plagas que atacan especies vegetales de importancia agrícola y forestal. El Cepario Michoacano Universitario (CMU) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se empezó a estructurar a partir del año 2005 con la idea de aislar, caracterizar y preservar vivas las especies fúngicas de distintos ecosistemas del estado de Michoacán para, entre otras cosas, su utilización biotecnológica. Las cepas obtenidas se preservan tanto en agua, a temperatura ambiente, como en solución de glicerol a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se cuenta con alrededor de 400 cepas pertenecientes mayoritariamente al phylum Ascomycota, aunque también se tienen representantes de Basidiomycota y Glomeromycota. Se han realizado estudios para la caracterización de cepas fitopatógenas y otras con capacidad para degradar lignina de la pared celular vegetal. El Cepario es un apoyo para la formación de recursos humanos, la colaboración entre dependencias de la UMSNH y el desarrollo de investigación biotecnológica.

INTRODUCCIÓN

Las estimaciones del número de especies de hongos que existen en la Tierra difieren drásticamente, oscilando entre 500,000 y 9.9 millones, dependiendo del criterio biológico y matemático empleado para hacer el cálculo correspondiente (Bass y Richards, 2011). En la actualidad se considera que la diversidad de especies fúngicas alcanza el orden de millones, pero debido a la carencia de información, se propone usar la frase de “al menos 1.5, pero probablemente 3 millones”, para referirse a su magnitud (Hawksworth, 2012). Sin embargo, un cálculo reciente, que apenas empieza a ser discutido, maneja la increíble cifra de 165.6 millones de especies fúngicas (Larsen et al., 2017). Se estima que en México la diversidad fúngica alcanza por lo menos 200,000 especies, de las cuales únicamente el 3.5% se encuentra inventariado (Guzmán, 1998). Este cálculo debe tomarse con precaución, ya que presenta el mismo problema de incertidumbre que los cálculos globales y dado el número de especies fúngicas recientemente propuesto, puede ser una subestimación. Las 2,135 especies fúngicas documentadas en el país incluyen a 1,486 especies dentro de Basidiomycota, 646 en Ascomycota y 2 en Zygomycota (grupo ya no reconocido en la actualidad), además de un Oomycete, grupo que ya no está actualmente considerado dentro del Reino Fungi (Aguirre-Acosta et al., 2014). Es difícil estimar con precisión la diversidad de hongos del planeta o de una región por distintas razones, una de las cuales es que existe un gran número de especies con estructuras de su ciclo de vida que no son visibles a simple vista. Para explicar mejor esto es útil emplear una división artificial de los hongos que no sigue reglas taxonómicas o de clasificación biológica, pero que ha resultado práctica para cultivadores de hongos comestibles y en otras ramas de la Micología. Esta división es la que distingue entre los macromicetos, u hongos macroscópicos, y los micromicetos, u hongos microscópicos. La característica distintiva de los macromicetos es la producción de estructuras reproductivas (también denominadas esporóforos, esporocarpos, carpóforos y/o cuerpos fructíferos) que son visibles al ojo humano y pueden ser colectados con la mano (Chang, 1993; Arnolds, 1995). En contraste, los micromicetos son los hongos que en general producen estructuras de reproducción sexual tan pequeñas que requieren de un microscopio para su visualización (Zavarzin, 1995). No obstante la diferenciación práctica entre macromicetos y micromicetos, todas las especies que conforman el grupo de los hongos (Reino Fungi) son consideradas microorganismos, ya que los esporocarpos macroscópicos son agregados celulares de individuos microscópicos (Zavarzin, 1995).

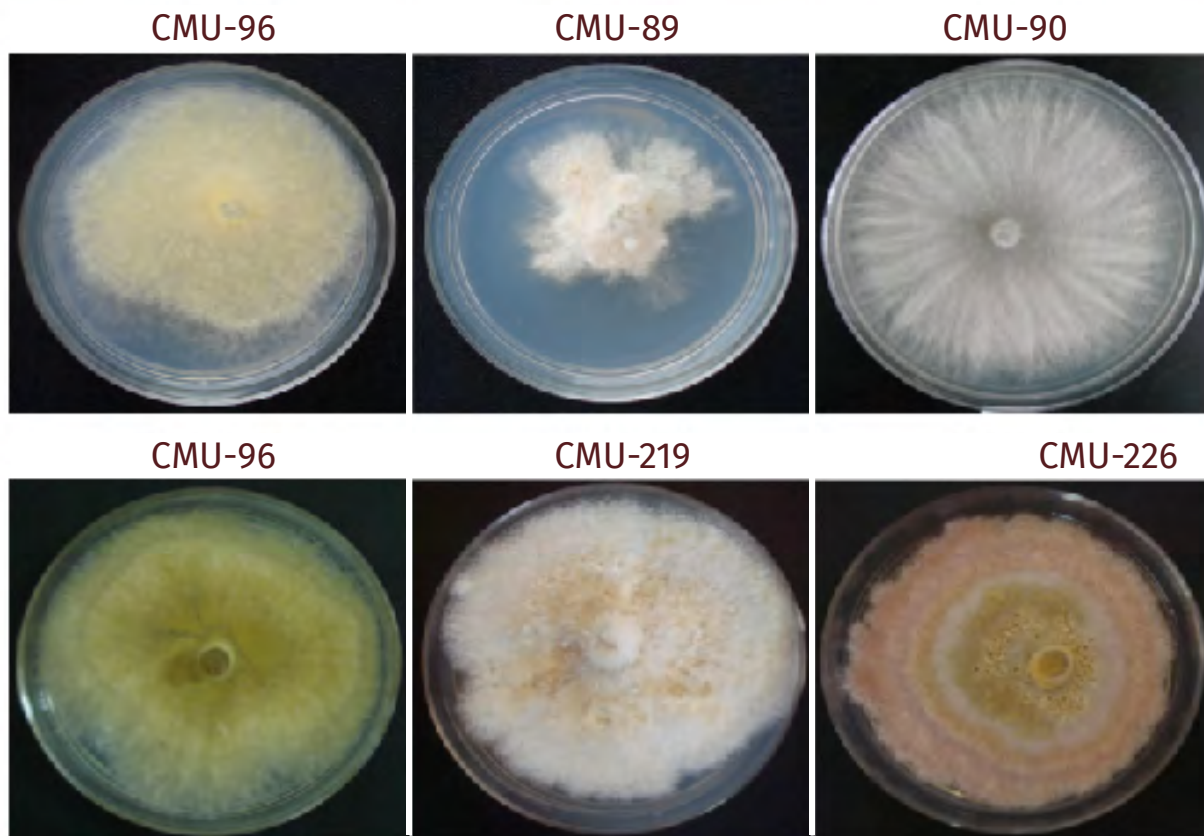


Figura 1. Ejemplos de cepas de hongos silvestres depositadas en el Cepario Michoacano Universitario (CMU). Se observan colonias de micelio de distintas especies creciendo en medio sólido. La clave con que cada cepa está depositada aparece arriba de cada foto, (GVM).

Los macromicetos se han estudiado en ecología y taxonomía buscando y colectando esporocarpos en el campo (Arnolds, 1995) y depositando los cuerpos fructíferos recolectados en herbarios para su estudio posterior. A los esporocarpos colectados se les analizan sus características morfológicas (macro y microscópicas), que junto con las descripciones del entorno ecológico en donde fue colectada la muestra proveen las bases para su identificación a nivel de especie.

Los ejemplares de colecciones de herbarios han sido de gran apoyo en estudios de evolución, taxonomía y biogeografía de los diferentes grupos biológicos de hongos. Sin embargo, la ausencia de esporocarpos de una especie en un área de muestreo no necesariamente indica que dicha especie no esté presente, ya que puede encontrarse el micelio vegetativo sin generar estructuras de reproducción (Porter et al., 2008). Por otra parte, la colecta de esporocarpos no puede ser aplicada en el caso de los micromicetos, a los cuales generalmente es necesario aislar de su ambiente y estudiarlos en el laboratorio para obtener sus estructuras de reproducción sexual y asexual (Arnolds, 1995).

El obtener el ciclo de vida completo de un hongo en el laboratorio, con sus estructuras multicelulares de reproducción, no es tarea fácil, y para algunas especies no ha sido posible. Cultivar una especie fúngica libre de la presencia de otros hongos y de otros microorganismos con los que convive en su ambiente natural, aún hoy en día no es sencillo (Cano et al., 2008; Molina et al., 2015). A los cultivo “puros”, en los que se tiene la certeza de que está creciendo una colonia del mismo tipo celular, perteneciente a una sola especie de hongo, se les denomina axénicos. Es imprescindible que los aislados de hongos que van a ser depositados en un Cepario provengan de cultivos axénicos. En microbiología, un aislado se define como una población de células en cultivo axénico, derivadas de una sola colonia, mientras que una cepa es un aislado o grupo de aislados que comparten un conjunto de características que los distinguen (Van Belkum et al., 2007). Estos conceptos fueron generados inicialmente para bacterias, pero pueden ser utilizados en el caso de los hongos. De esta manera, en lo sucesivo utilizaremos el término aislado cuando se esté describiendo el proceso de aislamiento y caracterización, y el término cepa cuando el aislado ya está preservado por alguna de las técnicas de guardado descritas. Aunque es conveniente mencionar que no a todas las cepas preservadas se les ha generado la huella genética o se les ha realizado algún tipo de caracterización, como se describe más adelante.

Las técnicas de tipificación y análisis filogenético empleando marcadores genético moleculares están siendo de gran ayuda para la identificación de especies de hongos. La información generada con estas herramientas proporciona una base sólida para la identificación taxonómica de muestras fúngicas en las que no se cuenta con sus estructuras de reproducción. Más aún, la generación de huellas genéticas de hongos en su ambiente natural ha permitido eliminar diferencias en las técnicas de estudio e identificación entre macromicetes y micromicetes (Halme et al., 2012). El análisis filogenético empleando marcadores genético moleculares no reemplaza a las otras herramientas taxonómicas, sino que las complementa. No obstante, en algunos grupos de hongos el uso de dichos marcadores constituye el criterio más adecuado para la identificación taxonómica, proporcionando vínculos más claros entre los estados asexuales y los sexuales (anamorfo/teleomorfo) de una especie (Shenoy et al., 2007; Hyde et al., 2011).

En parte debido a la característica microscópica de sus estructuras vegetativas, los hongos no fueron considerados durante mucho tiempo como un grupo importante para definir estrategias para la conservación (Heilmann-Clausen et al., 2015), y a pesar de que esto se ha ido modificando con el paso de los años, los micólogos de distintas partes del mundo consideran que a este grupo biológico aún no se le presta la debida atención en términos de su manejo y conservación (Dahlberg et al., 2010; Heilmann-Clausen et al., 2015). Un hecho importante en este sentido fue que, a finales de la década de los 80, investigadores de varios países europeos se percataron de la disminución de los cuerpos fructíferos de diversas especies de hongos macroscópicos, particularmente especies comestibles degradadoras de materia orgánica y formadoras de asociaciones simbióticas con plantas (Arnolds, 1990, 1995; Jansen y Lawrynowicz, 1991). Esto

se atribuyó a distintas actividades humanas que perturban las áreas naturales (Arnolds, 1989, 1991). A partir de este hallazgo se reconoció globalmente la importancia de la preservación de la diversidad microbiana en general y de hongos en particular. Así mismo, se identificaron como prioridades la necesidad de generar métodos de identificación rápida de aislados silvestres, la búsqueda de nuevos métodos de aislamiento, el desarrollo de técnicas para su detección específica en sustratos naturales y el estudio de especies con alto potencial biotecnológico (UNEP/UNDP, 1992; WRI/IUCN/UNEP, 1992; Hawksworth y Ritchie, 1993). Una de estas prioridades fue el cultivo y preservación *ex situ* a largo plazo de especies silvestres provenientes de áreas naturales claves, con funciones ecológicas relevantes, reconocidas como amenazadas o en peligro de extinción, y con potencial biotecnológico (UNEP/UNDP, 1992; WRI/IUCN/UNEP, 1992, Hawksworth y Ritchie, 1993). En términos generales, la conservación *ex situ* implica el mantenimiento de la viabilidad de una especie fuera de su entorno natural, en algunas ocasiones con la intención de la re-introducción a su hábitat de origen (Li y Pritchard, 2009; Witzemberger y Hochkirch, 2011).



Figura 2. Conservación en agua de las cepas de hongos silvestres depositadas en el Ceparío Michoacano Universitario (CMU). El micelio de las cepas creciendo en medio sólido se conserva en agua destilada y esterilizada. Los tubos de guardado se mantienen a temperatura ambiente en gradillas rotuladas, (IMS).

RELEVANCIA ECOLÓGICA Y BIOTECNOLÓGICA DE LA CONSERVACIÓN DEL GERMOPLASMA FÚNGICO

Para la construcción de un cepario fúngico lo que se desea aislar, identificar y preservar a largo plazo es la estructura de propagación vegetativa del ciclo de vida de un hongo, denominada micelio en la mayoría de los casos. El micelio está conformado por células de apariencia tubular que crecen en su parte más apical, llamadas hifas (Riquelme et al., 2016). Un micelio es un agregado de hifas ramificadas (Fricker et al., 2007), y es la estructura que comúnmente vemos con un aspecto algodonoso en la fruta o el pan que se nos echa a perder. La posibilidad de mantener viable el micelio de especies fúngicas, es decir vivo, implica la conservación de todas sus capacidades fisiológicas, bioquímicas y genéticas, lo que es relevante tanto desde el punto de vista ecológico como biotecnológico.

La conservación de hongos silvestres en un estado viable es importante ya que éstos desempeñan funciones vitales en la dinámica de los ecosistemas. Algunas especies se asocian con las raíces de las plantas formando micorrizas, ayudándoles a adquirir nutrientes escasos o poco disponibles, mientras reciben a cambio protección y fuente de carbono (Peay et al., 2016). Los hongos micorrícicos, en conjunto con especies fúngicas que habitan en el tejido foliar vegetal denominadas endófitos, ayudan a las plantas a defenderse contra plagas y a resistir condiciones ambientales adversas, como la sequía o las temperaturas extremas (Chadha et al., 2015; Peay et al., 2016). Otras especies son saprófitas, que degradan la materia orgánica de los ambientes terrestres y acuáticos, influenciando los ciclos biogeoquímicos de los ecosistemas (Peay et al., 2016). El parasitismo en plantas, insectos y hongos, y la depredación (en el caso de los hongos “cazadores” de nematodos), constituyen interacciones ecológicas en las que los hongos ayudan a la regulación de poblaciones en los ecosistemas (Peay et al., 2016). La preservación *ex situ* de cepas fúngicas viables de ecosistemas de relevancia local y regional, puede contribuir a la reintroducción de especies o variantes genéticas que se han extinguido, o bien a recuperar funciones relevantes para el ecosistema afectadas por la actividad antropogénica (Abrego et al., 2016).

El estudio y la conservación *ex situ*, a largo plazo, del micelio vegetativo de hongos silvestres, tiene una gran importancia para el desarrollo y aprovechamiento de su potencial biotecnológico. La industria del cultivo de hongos comestibles y medicinales es vista como una opción comercialmente atractiva de desarrollo socioeconómico (Gargano et al., 2017). Los índices nutricionales y contenidos de proteínas, vitaminas y carbohidratos de algunas especies de hongos comestibles son comparables con los de productos de origen animal como la leche y la carne de res, pollo y cerdo (Wang et al., 2014). Los hongos constituyen una fuente de sustancias con actividad farmacológica, que incluyen antivirales, anticarcinogénicos, antibióticos, así como reguladores

del colesterol y la presión arterial (Gargano et al., 2017; Anke y Schöffler, 2018). La capacidad de distintos hongos para degradar compuestos fenólicos aromáticos y otras sustancias carcinogénicas posibilita su uso en la biorremediación y detoxificación de suelo y agua (Prasad, 2017; Spina et al., 2018). Este mismo potencial metabólico permite que los hongos sean empleados en la bioconversión de residuos de biomasa vegetal para la producción de alimento animal (Van Kuijk et al., 2015), el biopulpeo en la industria papelera (Singh y Singh, 2014) y la producción de biocombustibles y otros productos de valor agregado (Gupta et al., 2016).

LAS COLECCIONES DE GERMOPLASMA FÚNGICO COMO POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE PRESERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Además de su relevancia ecológica y biotecnológica, las colecciones de recursos genéticos fúngicos permiten el cumplimiento de acuerdos internacionales derivados de la Convención de la Diversidad Biológica. En particular las relacionadas con el establecimiento y mantenimiento de instalaciones para la conservación *ex situ* y la investigación de plantas, animales y microorganismos en su país de origen (Hawksworth, 2004).

Los ceparios constituyen un subgrupo de los Centros de Recursos Biológicos (BRC, por sus siglas en inglés: *Biological Resource Centers*) que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2007) define como "...proveedores de servicios y repositorios de células vivas, genomas y organismos, y de información relacionada a la herencia y las funciones de los sistemas biológicos". Esta organización establece que es muy importante proporcionar un apoyo sustancial a los BRCs como elementos clave de la infraestructura científica y tecnológica de las ciencias de la vida y la biotecnología.

En México son pocos los ceparios de hongos a pesar de la gran diversidad fúngica existente. A la fecha se tienen registrados en el *World Federation for Culture Collections* (WFCC) 18 colecciones de cultivos microbianos en México, las cuales contienen 9,078 cepas preservadas (<http://www.wfcc.info/ccinfo/index.php/home/statistics/#m2>). El Cepario Michoacano Universitario (CMU) fue creado con la intención de establecer una colección de cepas de hongos silvestres del estado de Michoacán. A continuación, se presenta una breve reseña histórica de su creación, se realiza una descripción de las técnicas de preservación e identificación empleadas, y se reseñan la diversidad taxonómica depositada y las limitaciones para tener una descripción más detallada en ese sentido. Finalmente se mencionan algunas de las perspectivas para el crecimiento del cepario y sus posibilidades de uso en términos de la conservación del germoplasma fúngico y su sustentabilidad biotecnológica.



Figura 3. Conservación a baja temperatura de las cepas de hongos silvestres depositadas en el Cepario Michoacano Universitario (CMU). El micelio de las cepas creciendo en medio sólido se mantiene en una solución de glicerol al 10% (v/v) esterilizada. Los tubos de guardado se encuentran a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ en cajas especiales para el guardado a esta temperatura, (IMS).

BREVE RESEÑA SOBRE LA ESTRUCTURA Y MANEJO DEL CEPARIO MICHOACANO UNIVERSITARIO

De todas las colecciones que aparecen en este volumen, el CMU es sin duda alguna la más joven. El inicio formal de la estructuración del CMU se dio en el 2005, año del cual datan las primeras cepas depositadas en la colección. Para el año 2009 se habían depositado ya las primeras 58 cepas, identificadas todas por su huella genética. Las cepas del CMU provienen principalmente, pero no exclusivamente, de ecosistemas de encino-pino (*Quercus/Pinus*) del estado de Michoacán, como el Parque Nacional José Ma. Morelos (Km 23), en Charo; la presa La Gachupina, dentro del área de Los Azufres; el ejido La Ampliación y Puerto Madroño, en Atécuaro; el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, en Uruapan, y el área de bosque mesófilo de montaña en Tarímbaro. El sitio de colecta de todas las cepas del Cepario se encuentra geoposicionado y se cuenta con los datos de fecha de colecta, colector y tipo de muestra registrados en archivos digitales. La mayor parte de las muestras se han aislado de mantillo (hojarasca en descomposición), horizonte orgánico de suelo, madera en descomposición y basidiocarpos. Los aislados se han obtenido empleando los medios de cultivo sólidos agar papa dextrosa y agar extracto de malta, los cuales se suplementan con antibióticos, para inhibir el crecimiento bacteriano, y rosa de bengala, para inhibir a hongos de crecimiento rápido (Donegan et al., 2001). Varios de los aislados se han obtenido en medio suplementado con guayacol o ácido tánico para el aislamiento selectivo de cepas de basidiomicetes, particularmente para la detección de aislados potencialmente productores de la enzima lacasa extracelular.

En la actualidad se cuenta con aproximadamente 400 ejemplares, los cuales se distribuyen en 20 géneros distintos, la mayoría de ellos dentro del phylum Ascomycota y sus anamorfos, aunque también se cuenta con representantes de los phyla Basidiomycota y Glomeromycota, de acuerdo a la reestructuración más reciente de los principales grupos del reino (Hibbett et al., 2007). Entre los géneros con mayor número de cepas depositadas en el Cepario se encuentran los de los sistemas anamorfo (fase asexual)/teleomorfo (fase sexual) *Trichoderma/Hypocrea* y *Fusarium/ Gibberella*, y también se cuenta con cepas de ascomicetes o sus anamorfos de los géneros *Ampelomyces*, *Aspergillus*, *Bionectria*, *Botryosphaeria*, *Diaporthe*, *Didymella*, *Lasiodiplodia*, *Mortierella*, *Neurospora*, *Paraconiothyrium*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis*, *Phoma*, *Phomopsis* y *Umbelopsis*. En el grupo Basidiomycota se han preservado cepas de los géneros *Trametes*, *Irpex*, *Ganoderma*, *Phlebiopsis* e *Infundibulicybe*. De Glomeromycota se cuenta con una cepa del género *Mucor*. Debido a la gran dinámica y reacomodo de grupos fúngicos a distintos niveles taxonómicos, y al hecho de que algunas de las cepas se han guardado sin un análisis posterior, es posible que los nombres o estatus de algunos de los grupos taxonómicos mencionados se hayan modificado.

No se da un dato preciso de cepas depositadas, ya que está en proceso el aislamiento y almacenamiento de muestras obtenidas en el transcurso del año pasado. Tampoco se puede proveer en este momento un dato preciso sobre el número de géneros y especies depositados en el CMU, ya que como se comentó en la Introducción, el micelio no contiene suficientes características para llegar a estos niveles de clasificación taxonómica, por lo que es necesario esperar a la realización de análisis filogenético empleando secuencias de ADN. Para tener una dimensión de la relevancia de la colección de hongos que el CMU tiene para el estado de Michoacán y el país, es importante mencionar que de los 18 ceparios o colecciones microbianas registradas para México, solo uno supera la cantidad de cepas de hongos nativas del país almacenadas en el CMU (WFCC, 2018).

Un rasgo distintivo del CMU es que se están generando huellas genéticas de todas las cepas depositadas. Para la generación de estas huellas genéticas o códigos de barras (*barcoding*) genéticos (Yahr et al., 2016) se ha obtenido ADN de alto peso molecular de las cepas depositadas y se ha amplificado mediante ensayos de Reacción en Cadena de la Polimerasa de la región interespaciadora (ITS) de la Unidad Ribosomal Nuclear, como parte del proceso para obtener sus secuencias. La secuencia de la región ITS de cada cepa, se compara con las secuencias depositadas en bases de datos del GenBank y UNITE, entre otras (Jayasiri et al., 2015). Esto permite obtener con certeza el género al que pertenece la cepa y da una idea aproximada de la especie. En cepas con las que se inicia algún estudio particular, se realiza un análisis filogenético para obtener una identificación robusta a nivel de especie. De aquellas cepas de las que no se ha realizado un análisis filogenético, la secuencia ITS queda depositada en las bases de datos del

Cepario para su posterior análisis. En este proceso de identificación genético molecular también ha sido relevante ir generando un banco genómico, en el que se preserva el ADN obtenido de cada cepa para cualquier utilización posterior, sin necesidad de abrir los tubos de preservación del micelio. El ADN está preservado a -80 °C en solución acuosa.

Los ceparios fúngicos constituyen una importante fuente de recursos para el desarrollo biotecnológico (McCluskey, 2013), y ese ha sido el principal enfoque para el estudio de algunas de las cepas depositadas en CMU. Así, se ha iniciado el análisis de distintas cepas con la finalidad de desarrollar aplicaciones biotecnológicas “verdes” o sustentables que apoyen las actividades socioeconómicas del estado de Michoacán y los estados vecinos. Un ejemplo de esto es el estudio de las cepas de *Trichoderma* para evaluar el potencial de biocontrol contra los hongos fitopatógenos que atacan los cultivos de aguacate, zarzamora, limón y fresa que representan una actividad económica relevante para la entidad.

Las industrias maderera y papelera representan otras actividades económicas importantes en Michoacán, por lo que aquellas cepas productoras de enzimas que pueden degradar los polímeros de la pared celular vegetal son de interés biotecnológico para el estado. Esto hace que cepas y especies fúngicas capaces de degradar lignina, con actividades extracelulares de lacasa y peroxidasas, representen un especial interés por su aplicación en procesos de bioblanqueo y biopulpeo. Por el mismo motivo, la producción de enzimas hidrolíticas que degradan los polisacáridos mayoritarios de la pared celular vegetal, celulosa y hemicelulosa, es también de importancia para Michoacán. Otra área de interés es el estudio de cepas productoras de lacasa y peroxidasa extracelular, para el tratamiento de residuos agrícolas que permita su utilización en alimentación de rumiantes de granja.

Con los fines antes mencionados, se estudian actualmente, mediante técnicas bioquímicas y de genética molecular, 23 cepas del género *Trichoderma*, así como cepas de los géneros *Paraconiothyrium*, *Ganoderma*, *Trametes* e *Irpex*, como productores de lacasa y peroxidasas extracelulares. Relacionado con la producción de dichas actividades enzimáticas en las cepas antes mencionadas, se ha evaluado la capacidad de decoloración de diferentes colorantes, lo cual puede ser de interés comercial para la industria textil del estado de Guanajuato, vecino del estado de Michoacán. Otras enzimas de interés biotecnológico que también se están estudiando son las glucanasas y quitinasas producidas por las cepas depositadas en la colección.

Aunque el análisis bioquímico y genético molecular se ha centrado en hongos con potencial biotecnológico, en el Cepario se encuentran preservadas especies de hongos fitopatógenos de los géneros *Fusarium*, *Botryosphaeria*, *Phomopsis* y *Phoma*, entre otros. La preservación en ceparios de hongos fitopatógenos se ha considerado de vital importancia para la identificación y control de plagas en el futuro (Kang et al., 2006). Esto permitirá ayudar en el análisis de variaciones en los patrones de patogenicidad y virulencia, y en la realización de estudios de epidemiología molecular.

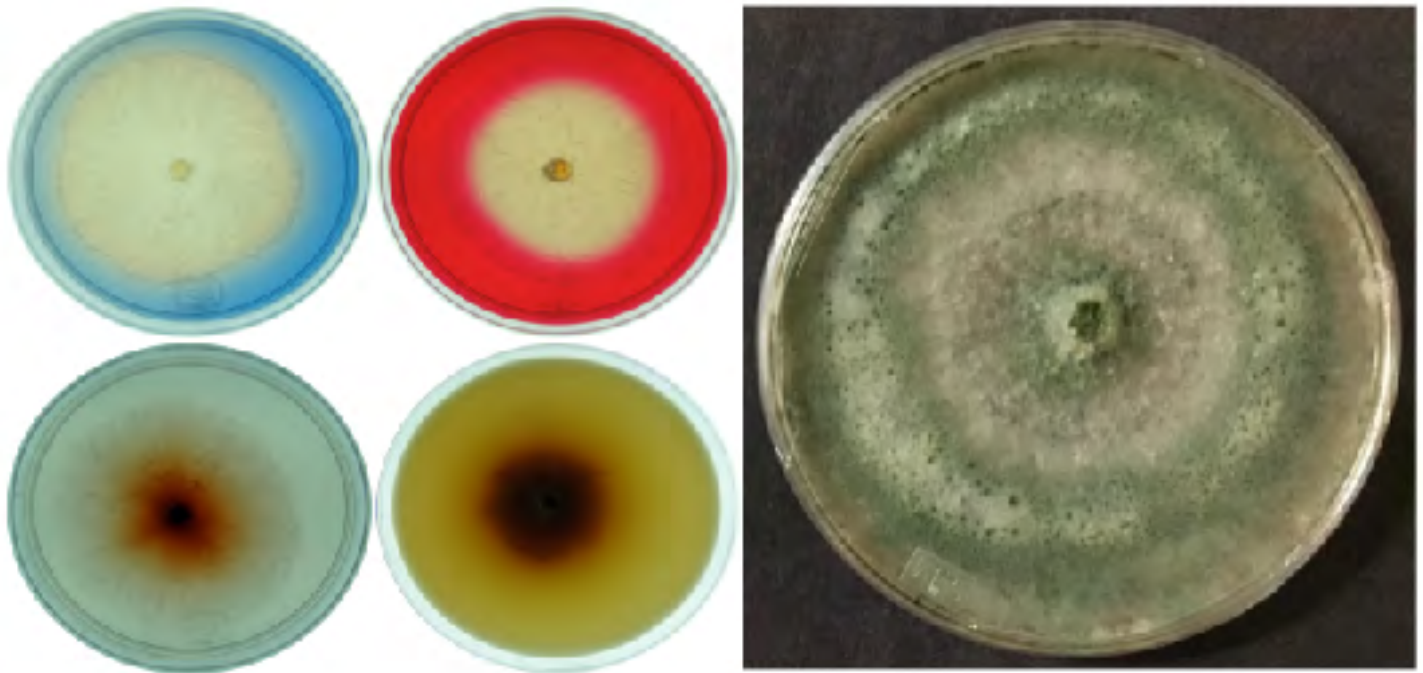


Figura 4. Ensayos en medio sólido de cepas de hongos silvestres depositadas en el Cepario Michoacano Universitario (CMU). El micelio se crece en presencia de sustancias que al decolorarse (fotos superiores izquierda y centro) u oxidarse (fotos inferiores izquierda y centro) indican la producción de enzimas de interés biotecnológico. En cepas de *Trichoderma* spp. se estudia la producción de conidias (esporas asexuales), las cuales aparecen en el medio de cultivo con un color verde (foto de la derecha), (GVM).

PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN DERIVADOS DEL CÉPARIO

Se han publicado tres artículos en revistas internacionales derivados directamente del estudio de cepas depositadas en el CMU. Uno de los trabajos publicados aborda la identificación y el análisis enzimático de cepas de distintas especies del género *Trichoderma*, con la finalidad de evaluar su posible aplicación para el procesamiento de biomasa vegetal (Cázares-García et al., 2016). Esta aplicación puede permitir la generación de combustibles no fósiles y productos químicos de alto valor agregado. Otro de los trabajos publicados consistió en la identificación y caracterización del potencial biotecnológico de una cepa del ascomicete *Paraconiothyrium brasiliense*, reportándose por primera vez para esta especie la producción de la enzima lacasa extracelular y su posibilidad para ser utilizada en procesos para la biorremediación de efluen-

tes contaminados con compuestos fenólicos y como herramienta para el biocontrol de hongos y oomicetes patógenos de plantas de relevancia agronómica (Arredondo-Santoyo et al., 2018).

El tercer artículo publicado se derivó del primer trabajo en colaboración entre nuestro grupo de trabajo e investigadores del Doctorado en Ingeniería Química de la UMSNH. Se analizaron cepas de basidiomicetes de los géneros *Ganoderma*, *Trametes*, *Irpex* y *Phlebiopsis* con el objetivo de evaluar la producción de enzimas degradadoras de lignina y su posible aplicación en el proceso de bioblanqueo de pulpa Kraft para la elaboración de papel (Damián-Robles et al., 2017). Este trabajo muestra cómo el CMU facilita la colaboración entre dependencias de la UMSNH.

Los estudios relacionados con la estructuración del Cepario y las cepas depositadas, han generado más de 30 presentaciones en foros nacionales e internacionales, como el *International Mycological Congress 9 (IMC9)*, en Edinburgo, Reino Unido, en el año 2010. En ese foro se presentó por primera vez la estructura del Cepario a nivel internacional. También se participó en la *9th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, organizada por la Universidad de Zagreb, de Croacia, y el Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal, en el año 2014, en donde se analizó la importancia de las colecciones microbianas en el desarrollo sustentable, con énfasis en el cepario CMU y su relevancia para México y Michoacán.

EL CMU Y LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Los ceparios de hongos no solo son valiosos para la investigación y el desarrollo biotecnológico, también juegan un papel importante en la educación (Smith, 2003). La creación y mantenimiento de ceparios requiere contar con personal capacitado (De Paoli, 2005; Smith, 2003). Sin embargo, en México no existen programas educativos que preparen recursos humanos para la generación y mantenimiento de ceparios. Por lo anterior, en la estructuración y conservación del CMU se ha buscado involucrar de manera directa a estudiantes de licenciatura y posgrado. El objetivo es que los estudiantes que tiene relación con las cepas reciban una capacitación básica en su resiembra y guardado.

En la estructuración del cepario fúngico se involucró directamente a la estudiante de licenciatura Marina Arredondo Santoyo desde el año 2005, quien se tituló con el trabajo de aislamiento, preservación y generación de huellas genéticas de las primeras 120 cepas de la colección. En el análisis fisiológico, bioquímico y genético-molecular de algunas de las cepas depositadas han participado nueve estudiantes de licenciatura, tres estudiantes de maestría y un estudiante de doctorado, quienes ya han concluido sus trabajos de tesis y obtenido el grado respectivo. Actualmente hay varios estudiantes de licenciatura y posgrado realizando trabajo de tesis con especímenes de este cepario. También se involucró a una investigadora posdoctoral, quien incrementó el número de cepas depositadas. Por otra parte, se ha contado con la colabora-

ción de estudiantes no graduados o bien de nivel técnico en distintos trabajos de aislamiento, mantenimiento y caracterización de cepas, mediante la realización de prácticas profesionales y servicio social universitario.

PERSPECTIVAS

Se espera incrementar en los próximos años el número de cepas y especies depositadas en el Cepario. Se realizarán aislamientos de muestras obtenidas de nuevos ecosistemas y de los ecosistemas ya estudiados para obtener especies dentro de Basidiomycota, particularmente hongos ectomicorrícicos, ligninolíticos y aquellos que son comestibles. En la estructuración del Cepario se continuará con la implementación de las prácticas de manejo recomendadas por la OECD (2007) y se buscará su registro internacional.

Es necesario buscar financiamiento que permita consolidar la estructuración del Cepario, ya que, como se mencionó, los recursos que han permitido el guardado de las cepas de hongos han sido obtenidos de proyectos cuyos objetivos principales no eran la estructuración del Cepario en sí. La búsqueda de recursos económicos en ese sentido incluirá instancias locales, estatales, nacionales e internacionales, tanto públicas como privadas.

REFERENCIAS

- Abrego, N., Oivanen, P., Viner, I., Nordén, J., Penttilä, R., Dahlberg, A., Heilmann-Clausen, J., Somervuo, P., Ovaskainen, O. y Schigel, D. (2016). Reintroduction of threatened fungal species via inoculation. *Biological Conservation*, 203, 120-124.
- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J. y Valenzuela, R. (2014). Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85, S76-S81.
- Anke, T. y Schüffler, A. (2018). *Physiology and genetics: selected basic and applied aspects*. The Mycota XV 2nd Edition. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Arredondo-Santoyo, M., Vázquez-Garcidueñas, M. S. y Vázquez-Marrufo, G. (2018). Identification and characterization of the biotechnological potential of a wild strain of *Paraconiothyrium* sp. *Biotechnology Progress*, doi:10.1002/btpr.2653, Aceptado. 20 Abril, 2018.
- Arnolds, E. (1989). A preliminary red data list of macrofungi in the Netherlands. *Persoonia*, 14, 77-125.
- Arnolds, E. (1990). Mycologists and nature conservation. En D. L. Hawksworth (Ed.), *Frontiers in Mycology, Honorary and General Lectures from the Fourth International Mycological Congress* (pp. 243- 264). Regensburg, Germany: CAB International.

- Arnolds, E. (1991). Towards a strategy for conservation of macrofungi. En A. E. Jansen y M. Lawrynowicz (Eds.), *Conservation of macrofungi and other cryptogams in Europe* (pp. 7- 16). Lodz, Poland: Łódz Society of Sciences and Arts.
- Arnolds, E. (1995). Problems in measurements of species diversity of macrofungi. En D. Allsopp, R. R. Colwell y D. L. Hawksworth (Eds.), *Microbial Diversity and Ecosystem Function* (pp. 337-353). Cambridge, UK: CAB International and United Nations Environment Programme (UNEP).
- Bass, D. y Richards, T. A. (2011). Three reasons to re-evaluate fungal diversity 'on Earth and in the ocean'. *Fungal Biology Reviews*, 25, 159-164.
- Cano, C., Dickson, S., González-Guerrero, M. y Bago, A. (2008). *In vitro* cultures open new prospects for basic research in arbuscular mycorrhizas. En A. Varma (Ed.), *Mycorrhiza* (pp. 627-654). Berlin, Germany: Springer.
- Cázares-García, S. V., Arredondo-Santoyo, M., Vázquez-Garcidueñas, M., Robinson-Fuentes, V. A., Gómez-Reyes, V. M. y Vázquez-Marrufo G. (2016). Typing and selection of wild strains of *Trichoderma* spp. producers of extracellular laccase. *Biotechnology Progress*, 32, 787-798.
- Chadha, N., Mishra, M., Rajpal, K., Bajaj, R., Choudhary, D. K. y Varma, A. (2015). An ecological role of fungal endophytes to ameliorate plants under biotic stress. *Archives of Microbiology*, 197, 869-881.
- Chang, S. T. (1993). Mushroom and mushroom biology. En S. T. Chang, J. A. Buswell y P. G. Miles (Eds.), *Genetics and breeding of edible mushrooms* (pp. 1- 14). USA: Gordon and Breach Science Publishers.
- Dahlberg, A., Genney, D. R. y Heilmann-Clausen, J. (2010). Developing a comprehensive strategy for fungal conservation in Europe: current status and future needs. *Fungal Ecology*, 3, 50-64.
- Damián-Robles, R. M., Castro-Montoya, A. J., Saucedo-Luna, J., Vázquez-Garcidueñas, M. S., Arredondo-Santoyo, M. y Vázquez-Marrufo, G. (2017). Characterization of ligninolytic enzyme production in white-rot wild fungi strains suitable for kraft pulp bleaching. *3Biotech*, 7, 319. doi: 10.1007/s13205-017-0968-2.
- De Paoli, P. (2005). Biobanking in microbiology: from sample collection to epidemiology, diagnosis and research. *FEMS Microbiology Reviews*, 29, 897-910.
- Donegan, K. K., Watrud, L. S., Seidle, R. J., Maggard, S. P., Shiroyama, T., Porteous, L. A., Di Giovanni, G. (2001). Soil and litter organisms in Pacific northwest forests under different management practices. *Applied Soil Ecology*, 18, 159-175.
- Fricker, M., Boddy, L. y Bebbler, D. (2007). Network organisation of mycelial fungi. En R. J. Howard y N. A. R. Gow (Eds.), *Biology of the fungal cell, The Mycota VIII* (pp. 309-330). Heidelberg, Germany: Springer.
- Gargano, M. L., van Griensven, L. J., Isikhuemhen, O. S., Lindequist, U., Venturella, G., Wasser, S. P. y Zervakis, G. I. (2017). Medicinal mushrooms: valuable biological resources of high exploitation potential. *Plant Biosystems*, 151, 548-565.

- Gupta, V. K., Kubicek, C. P., Berrin, J. G., Wilson, D. W., Couturier, M., Berlin, A., Filho E. X. F. y Ezeji, T. (2016). Fungal enzymes for bio-products from sustainable and waste biomass. *Trends in Biochemical Sciences*, 41, 633-645.
- Guzmán, G. (1998). Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 7, 369-384.
- Halme, P., Heilmann-Clausen, J., Rämä, T., Kosonen, T. y Kunttu, P. (2012). Monitoring fungal biodiversity—towards an integrated approach. *Fungal Ecology*, 5, 750-758.
- Hawksworth, D. L. y Ritchie, J. M. (1993). Biodiversity and biosystematic priorities: microorganisms and invertebrates. Egham, UK: CAB International.
- Hawksworth, D. L. (2004). Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. *Studies in Mycology*, 50, 9-18.
- Hawksworth, D. L. (2012). Global species numbers of fungi: are tropical studies and molecular approaches contributing to a more robust estimate? *Biodiversity and Conservation*, 21, 2425-2433.
- Heilmann-Clausen, J., Barron, E. S., Boddy, L., Dahlberg, A., Griffith, G. W., Nordén, J., et al. (2015). A fungal perspective on conservation biology. *Conservation Biology*, 29, 61-68.
- Hibbett, D. S., Binder, M., Bischoff, J. F., Blackwell, M., Cannon, P. F., Eriksson, O. E., et al. (2007). A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research*, 111, 509-547.
- Hyde, K. D., McKenzie, E. H. C. y KoKo, T. W. (2011). Towards incorporating anamorphic fungi in a natural classification – checklist and notes for 2010. *Mycosphere*, 2, 1–88.
- Jansen, A. E. y Lawrynowics, M. (1991). *Conservation of fungi and other cryptogams in Europe*. Lodz, Poland: Lodz Society of Sciences and Arts.
- Jayasiri, S. C., Hyde, K. D., Ariyawansa, H. A., Bhat, J., Buyck, B., Cai, L., et al. (2015). The faces of Fungi database: fungal names linked with morphology, phylogeny and human impacts. *Fungal Diversity*, 74, 3-18.
- Kang, S., Blair, J. E., Geiser, D. M., Khang, C.H., Park, S. Y., Gahegan, M., O'Donnell, K., Luster, D. G., Kim, S. H., Ivors, K. L., Lee, Y. H., Lee, Y. W., Grünwald, N. J., Martin, F. M., Coffey, M. D., Veeravaghavan, N., y Makalowska, I. (2006). Plant pathogen culture collections: it takes a village to preserve these resources vital to the advancement of agricultural security and plant pathology. *Phytopathology*, 96, 920-925.
- Larsen, B. B., Miller, E. C., Rhodes, M. K. y Wiens, J. J. (2017). Inordinate fondness multiplied and redistributed: the number of species on Earth and the new pie of life. *The Quarterly Review of Biology*, 92, 229-265.
- Li, D. Z. y Pritchard, H. W. (2009). The science and economics of ex situ plant conservation. *Trends in Plant Science*, 14, 614-621.
- McCluskey, K. (2013). Biological resource centers provide data and characterized living material for Industrial Biotechnology. *Industrial Biotechnology*, 9, 117-122.
- Molina, M. C., Divakar, P. K. y González, N. (2015). Success in the isolation and axenic culture of *Anaptychia ciliaris* (Physciaceae, Lecanoromycetes) mycobiont. *Mycoscience*, 56, 351-358.

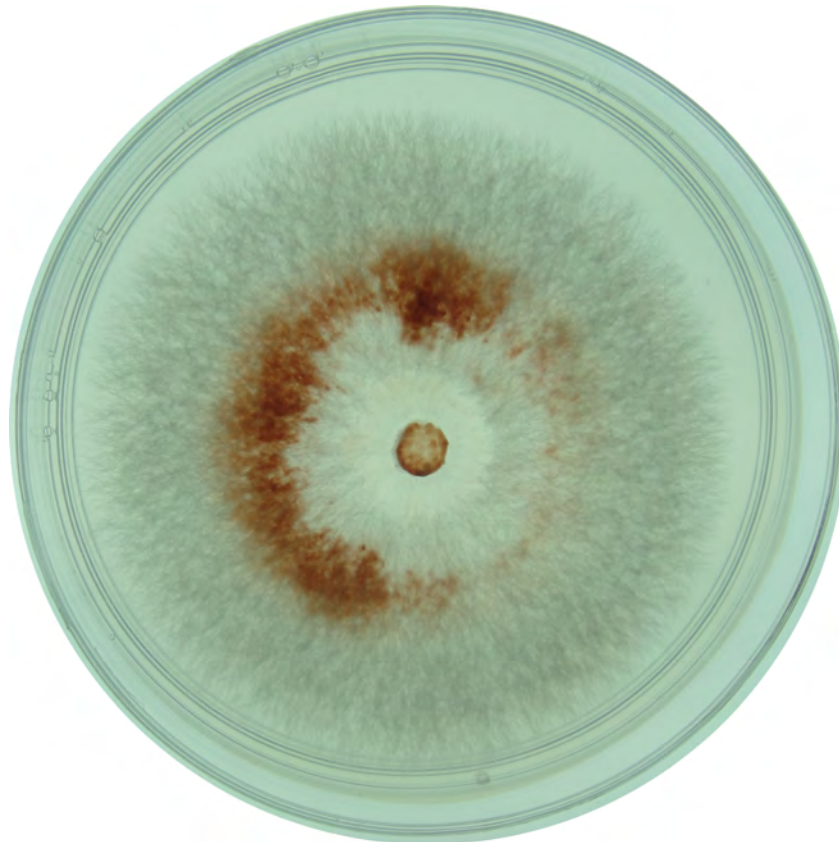
- OECD. (2007). *OECD best practice guidelines for Biological Resource Centers*. <http://www.oecd.org/sti/biotech/oecdbestpracticeguidelinesforbiologicalresourcecentres.htm>.
- Peay, K. G., Kennedy, P. G. y Talbot, J. M. (2016). Dimensions of biodiversity in the Earth mycobiome. *Nature Reviews Microbiology*, 14, 434.
- Porter, T. M., Skillman, J. E. y Moncalvo, J. (2008). Fruiting body and soil rDNA sampling detects complementary assemblage of Agaricomycotina (Basidiomycota, Fungi) in a hemlock-dominated forest plot in southern Ontario. *Molecular Ecology*, 17, 3037-3050.
- Prasad, R. (2017). *Mycoremediation and environmental sustainability*. Vol. 1. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Riquelme, M., Roberson, R. W. y Sánchez-León, E. (2016). Hyphal tip growth in filamentous fungi. En J. Wendland (Ed.), *Growth, differentiation and sexuality*, 3rd Edition (pp. 47-66). Cham, Switzerland: Springer.
- Shenoy, B. D., Jeewon, R. y Hyde, K. D. (2007). Impact of DNA sequence-data on the taxonomy of anamorphic fungi. *Fungal Diversity*, 26, 1-54.
- Singh, A. P., y Singh, T. (2014). Biotechnological applications of wood-rotting fungi: a review. *Biomass and Bioenergy*, 62, 198-206.
- Smith, D. (2003). Culture collections over the world. *International Microbiology*, 6, 95-100.
- Spina, F., Cecchi, G., Landinez-Torres, A., Pecoraro, L., Russo, F., Wu, B., Cai, L., Liu X. Z., Tosi, S., Varese, G. C., Zotti, M. y Persiani, A. M. (2018). Fungi as a toolbox for sustainable bioremediation of pesticides in soil and water. *Plant Biosystems*, 52, 474-488.
- UNEP/UNDP. (1992). *World Resources 1992-1993. A guide to the global environment*. Edited by United Nations Environmental Program (UNEP)/United Nations Development Program (UNDP). Oxford University Press, USA.
- Van Belkum, A., Tassios, P. T., Dijkshoorn, L., Haeggman, S., Cookson, B., Fry, N. K., Fussing, V., Green, J., Feil, E., Gerner-Smidt, P., Brisse, S. y Struelens, M. (2007). *Guidelines for the validation and application of typing methods for use in bacterial epidemiology*. *Clinical Microbiology and Infection*, 13, 1-46.
- Van Kuijk, S. J. A., Sonnenberg, A. S. M., Baars, J. J. P., Hendriks, W. H. y Cone, J. W. (2015). Fungal treated lignocellulosic biomass as ruminant feed ingredient: a review. *Biotechnology Advances*, 33, 191-202.
- Wang, X. M., Zhang, J., Wu, L. H., Zhao, Y. L., Li, T., Li, J. Q., Wang, Y. Z. y Liu, H. G. (2014). A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. *Food Chemistry*, 151, 279-285.
- WFCC. (2018). *World Federation for Culture Collections*. <http://www.wfcc.info/ccinfo/index.php/home/statistics/#m2>. Accesada por última vez el 11 de mayo del 2018.

Witzenberger, K. A. y Hochkirch, A. (2011). *Ex situ* conservation genetics: a review of molecular studies on the genetic consequences of captive breeding programmes for endangered animal species. *Biodiversity and Conservation*, 20, 1843-1861.

WRI/IUCN/UNEP. 1992. Global Biodiversity Strategy Edited by World Resources Institute (WRI), The World Conservation Union (IUCN) and United Nations Environmental Program (UNEP). USA.

Yahr, R., Schoch, C. L. y Dentinger, B. T. (2016). Scaling up discovery of hidden diversity in fungi: impacts of barcoding approaches. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 371, 20150336. doi: 10.1098/rstb.2015.0336.

Zavarzin, G. A. (1995). The microorganisms: a concept in need of clarification or one now to be rejected. En D. Allsopp, R. R. Colwell y D. L. Hawksworth (Eds.), *Microbial Diversity and Ecosystem Function* (pp.17- 26). Cambridge, UK: CAB International and United Nations Environment Programme (UNEP).





Colección de Hongos (líquenes y macromicetos)

VÍCTOR MANUEL GÓMEZ REYES, DULCE NOEMI RIOS UREÑA
Y MARLENE GÓMEZ PERALTA

RESUMEN

Las colecciones científicas son fundamentales para el conocimiento de la biodiversidad y la conservación de especies. Los grupos de hongos como los líquenes y los macromicetos se resguardan en Herbarios, al igual que las plantas. La Colección de Hongos del Herbario EBUM, de la Facultad de Biología, UMSNH, alberga líquenes y macromicetos que comenzaron a depositarse oficialmente en 1989 y 2001, respectivamente. La colección tiene como objetivo contar con material de referencia para diversos estudios, documentar la diversidad de ambos grupos biológicos para el estado de Michoacán y del país, apoyar las actividades de docencia e investigación, y divulgar el conocimiento científico sobre estos organismos. El acervo es de 3,559 ejemplares, principalmente del estado de Michoacán, aunque se tienen ejemplares de 21 estados de la república y otros países. Entre sus colectas, se cuentan con especies de hongos silvestres comestibles, medicinales, entomopatógenas, fitopatógenas, tóxicas y alucinógenas, lo que convierte a la colección en un banco de germoplasma para futuros estudios.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la diversidad biológica y la conservación de especies no se puede entender sin la labor de la taxonomía y el trabajo curatorial en las colecciones científicas. Así mismo, quien vislumbra a una colección científica como un ente muerto, se encuentra equivocado. Por el contrario: las colecciones científicas son entes vivos con un continuo crecimiento y aportes valiosos al conocimiento científico.

Una colección científica encierra un conjunto de conocimientos (ejemplares e información) sistematizados con la finalidad de preservarlos y tenerlos disponibles para el futuro; los registros de las colecciones nos permiten verificar la presencia de una especie en determinada región y cómo ha variado su población a lo largo del tiempo; por lo tanto, una colección científica es el resultado de décadas de trabajo que ha involucrado, en algunos casos, a varias generaciones de investigadores, personal técnico o ayudantes de campo y estudiantes que han recolectado y procesado ejemplares para depositarlos en gabinetes que resguardan el acervo de la colección.

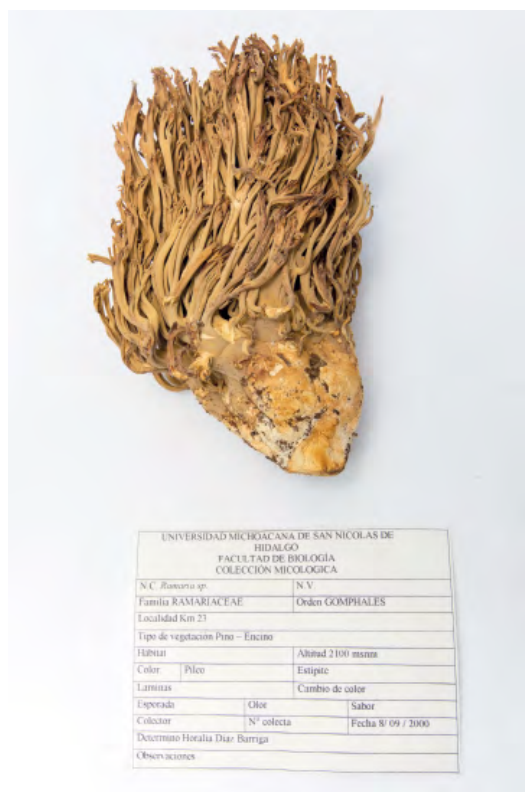


Figura 1. Ejemplar de *Ramaria* sp. colectado en bosques de pino-encino alrededor de la Ciudad de Morelia, (GV).

Los hongos son un grupo evolutivamente diferente a las plantas, inclusive son más cercanos a los animales. Estos organismos se caracterizan por poseer células eucarióticas, son heterótrofos (no realizan fotosíntesis), su alimentación es por absorción y se reproducen tanto sexual como asexualmente.

Actualmente, la sistemática de los hongos está pasando por una etapa de continuo cambio, debido a las nuevas tecnologías como la biología molecular que buscan generar grupos filogenéticos. No obstante y de manera artificial, los hongos se dividen en dos grandes grupos, los micromicetos y los macromicetos, la diferencia entre estos grupos es si las estructuras reproductoras son visibles a simple vista o no. Un ejemplo de un hongo micromiceto es la levadura del pan (*Saccharomyces cerevisiae*) o cualquier moho que crece en los alimentos, estos forman estructuras reproductoras que no se observan a simple vista y pertenecen a distintos grupos taxonómicos; por su parte, un macromiceto, un champiñón o cualquier hongo que crece en los bosques, producen estructuras reproductoras visibles a simple vista y pertenecen principalmente a los phyla Ascomycota y Basidiomycota.

El caso de los líquenes es más complejo, debido a que sus talos están conformados por al menos dos organismos que pertenecen a Reinos distintos, por lo tanto, un líquen es el resultado de una interacción simbiótica entre una o más especies de hongos (micobiontes) y una o más cianobacterias o alga verdes (fotobiontes). La coexistencia de múltiples taxa de microalgas, es más común de lo que se había pensado; esta complejidad adicional está soportada por la coexistencia de bacterias y basidiomicetes levaduriformes en el talo. Esto ha reemplazado el viejo paradigma de que la simbiosis líquénica ocurre entre un hongo y un solo fotobionte (Moya et al., 2017).

La diversidad de hongos se estima entre 1.5 a 2.5 millones de especies (Hawksworth, 1991, 2001) y se tienen registradas más de 100,000 especies a nivel mundial. Para el caso de los líquenes (hongos liquenizados), se estima la existencia de 20,000 especies, de las que se conocen 19,387 perteneciendo la mayoría al phylum Ascomycota (19,215) y menos del 1% a Basidiomycota (172) (Herrera Campos et al., 2014; Lücking et al., 2016); para México, se estiman 5,000 especies y se conocen 2,722 (Herrera Campos et al., 2014), mientras que para Michoacán se tienen registradas 395 especies (Gómez Peralta y Gregorio Cipriano, en prensa).

Con respecto a los macromicetos, la diversidad mundial se calcula entre 53,000-110,000 especies, de las cuales se han descrito 21,679 (Mueller et al., 2007). Para México se han realizado diversos cálculos, por ejemplo, Guzmán (2008) menciona que podría haber más de 50,000 especies, mientras que Aguirre Acosta et al. (2014), estiman que podría haber entre 9,000 y 11,000 especies de macromicetos, de éstas, se han descrito 4,500 especies (Guzmán, 1998). Para el estado de Michoacán se tienen reportadas 690 especies de macromicetos (Gómez Reyes y Gómez Peralta, en prensa). El resto de las especies pertenecen a otros phyla como Chytridiomycota, Zygomycota, Glomeromycota, y muchos otros grupos crípticos.



Figura 2. En el estado de Michoacán se han reportado 690 especies de macromicetos, mientras que para México se estima que podría haber más de 50,000 especies, (GV).

A pesar de que los macromicetos y los líquenes no son plantas, tradicionalmente estos grupos son preservados y documentados en Herbarios de manera similar a como se resguardan las plantas. El objetivo de la Colección de Hongos del Herbario EBUM de la Facultad de Biología de la UMSNH, es contar con material de referencia, documentar la diversidad de este grupo de organismos para el estado de Michoacán y del país, así como apoyar las actividades de docencia e investigación y divulgar el conocimiento científico sobre estos organismos.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA COLECCIÓN

La Colección de Hongos como está en la actualidad se originó en distintos tiempos. En 1980, el Biól. Manuel Arturo Chávez Carmona, después de una estancia con el Dr. Gastón Guzmán Huerta en el Instituto Politécnico Nacional, tuvo la iniciativa de comenzar el resguardo de ejemplares de líquenes provenientes de las prácticas de campo de la asignatura de Botánica. En 1989 se estableció oficialmente la colección de líquenes con la incorporación de 241 ejemplares de líquenes, provenientes del Campo Geotérmico Los Azufres, al Herbario EBUM de la entonces Escuela de Biología de la UMSNH.

Mientras que en 2001 fueron depositados de manera oficial los primeros ejemplares de macromicetos por la M. C. Marlene Gómez Peralta, quien había sido comisionada por el coordinador del Herbario, M. C. Xavier Madrigal Sánchez, para incluir los macromicetos en la colección. Estos primeros ejemplares corresponden al material de la tesis de licenciatura de la Biól. Horalia Díaz Barriga, los cuales estuvieron resguardados por el M. C. Fernando Guevara Féfer, y al material recolectado por estudiantes en las prácticas de campo de la asignatura de Micología.

Desde su inicio, la Colección de Hongos se ubicó en el edificio "L" de Ciudad Universitaria. Debido a que las instalaciones no fueron adecuadas para su funcionamiento, mantenimiento y crecimiento, principalmente para los macromicetos, éstos sufrieron deterioro debido a contaminación por hongos e insectos. Actualmente la Facultad de Biología cuenta con un espacio en el Jardín Botánico Nicolaita "Melchor Ocampo", el cual albergará las distintas colecciones del Herbario EBUM de la Facultad de Biología. Estas instalaciones ofrecen las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y control de plagas para el funcionamiento, mantenimiento y crecimiento de las colecciones. La colección de hongos (líquenes y macromicetos) se encuentra en estas instalaciones a partir del 2018.

CARACTERÍSTICAS DEL ACERVO DE LA COLECCIÓN

La Colección de Hongos (líquenes y macromicetos) alberga 3,559 ejemplares; 2,793 especímenes corresponden a líquenes, de los cuales el 95 % pertenecen al grupo de ascomicetos y el 5% a los basidiomicetos, la mayoría del estado de Michoacán, pero se tienen ejemplares provenientes de otros 21 estados del país, y algunos de otros países. El acervo se distribuye en 38 familias, 104 géneros y 413 especies; mientras que para los macromicetos, se cuenta con 766 ejemplares, de los cuales el 12.4% corresponden al grupo de los ascomicetos y el 87.6% a los basidiomicetos. Los ejemplares están distribuidos en 54 familias, 118 géneros y 280 especies.



Figura 3. La colección de hongos alberga ejemplares provenientes de Michoacán y otros estados, así como de otros países, (GV).

Las áreas de colecta, tanto de líquenes como de macromicetos, se distribuyen principalmente en el estado de Michoacán y se han concentrado en zonas templadas, dominadas por vegetación de pino, encino, pino-encino y oyamel-pino, ubicándose geográficamente en la región fisiográfica denominada Sistema Volcánico Transversal. En cuanto a los municipios de la entidad, son pocos los que han sido explorados, ya que tan solo el 20% de ellos se encuentran representados en la colección. Los municipios mejor representados en la colección en orden de número de ejemplares, son: Morelia, Angangueo, Pátzcuaro, Zinapécuaro y Uruapan.

Los líquenes y macromicetos presentan distintos requerimientos para la preservación, y por lo tanto diferentes procesos para conservar el material y la incorporación a la colección. Por un lado, los líquenes son organismos con requerimientos y cuidados mínimos para su conser-

vacación, los ejemplares después de su recolecta se deshidratan a temperatura ambiente y son guardados en sobres de papel bond junto con la información básica y de ahí ubicados en el mueble destinado para su almacenamiento. Por otro lado, los ejemplares de los macromicetos requieren mayor cuidado, tanto en la recolecta, procesamiento y posterior conservación, en especial todos aquellos de esporomas de consistencia gelatinosa, carnosa, fibrosa o corchosa deben ser deshidratados con ayuda de la circulación de aire caliente entre 38° y 55° C, las altas temperaturas imposibilitan el uso del material para estudios moleculares por un periodo de 24 a 48 horas, dependiendo del tamaño y consistencia del ejemplar. En la colección se utilizan dos tipos de deshidratadoras, una utiliza focos incandescentes y la segunda corresponde a un deshidratador comercial. Posteriormente, para mantener en buenas condiciones los ejemplares, se requiere aislarlos de la humedad del ambiente y de los cambios de temperaturas; para el primer caso se utilizan bolsas herméticas que impiden la absorción de la humedad, además, en algunos ejemplares se colocan perlas de sílica gel para el excedente de humedad. Para la variación de la temperatura, los estantes de la colección deben estar en una temperatura entre 15° y 18°C de manera constante, por lo que la colección debe contar con la infraestructura que asegure estas condiciones.



Figura 4. La colección de líquenes cuenta con 2,793 especímenes, (GV).

HECHOS A DESTACAR DE LA COLECCIÓN

La Colección de Hongos (líquenes y macromicetos) cuenta con material de referencia para documentar la diversidad para Michoacán y México, apoyar la docencia e investigación y divulgar el conocimiento sobre estos organismos.

Es de las pocas colecciones científicas en México que cuenta con ejemplares de líquenes, la única colección que alberga líquenes y macromicetos en el estado de Michoacán, y al contar con ejemplares de líquenes provenientes de 21 estados del país, tiene una representación nacional. Además, es una colección cuyo acervo está organizado en una base de datos que reúne la información geográfica, ecológica y taxonómica de cada uno de los ejemplares depositados.



Figura 5. La colección de hongos y líquenes contribuye al conocimiento de la biodiversidad de Michoacán y México, además de apoyar la docencia e investigación y divulgar el conocimiento sobre estos organismos, (GV).

Dentro del acervo se tienen colectas de líquenes realizadas por el naturalista Manuel Martínez Solórzano, quien recolectó ejemplares en Morelia en 1913, mismos que habían permanecido sin determinar taxonómicamente y que hasta hace poco tiempo fueron determinados. Estos ejemplares son las colectas más antiguas de líquenes que se encuentran depositadas (Gómez Peralta, 2012).

La Colección cuenta con equipo de laboratorio, material biológico y acervo bibliográfico (biblioteca) importante para apoyo a la docencia, además se imparten materias optativas como: Biología de líquenes, Recursos forestales no maderables, Etnomicología y Taxonomía de macromicetos.

Se tiene resguardado material proveniente de 33 trabajos de tesis (11 de líquenes y 22 con macromicetos), con diversas temáticas como taxonomía, fitopatología, ecología y etnomicología, y de distintos grados académicos: 28 de licenciatura, cuatro de maestría y una de doctorado. La mayoría de estas tesis han sido dirigidas o codirigidas por el personal académico de la colección.



Figura 6. La Colección de hongos y líquenes resguarda alrededor de 7,000 ejemplares en espacios adecuados con información georreferenciada de las localidades de colecta y organizada con la sistemática mas reciente, (GV).

IMPACTO CIENTÍFICO Y SOCIAL DE LA COLECCIÓN

Como parte del impacto social y científico, se destaca el desarrollo de proyectos de biomonitorio de comunidades de líquenes para evaluar la calidad del aire en diversas zonas de los estados de Michoacán y Jalisco. El primero de ellos fue la evaluación del impacto de geotermia en Los Azufres (Gómez Peralta y Chávez Carmona, 1995); posteriormente se evaluó la calidad del aire de la ciudad de Morelia (Gómez Peralta y Gómez Reyes, 2007) y la calidad ambiental del Campo Geotérmico “Cerrito Colorado”, en el bosque La Primavera, Jalisco (Gómez Peralta, 2009).

Con apoyo de la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, durante ocho años (2004-2012) se desarrolló el proyecto de “Micoturismo en la comunidad de Yoricostio, Municipio de Tacámbaro”, en el cual se capacitó a un grupo de personas de la comunidad de Yoricostio en la recolección, procesamiento, comercialización y micoturismo; lo anterior tuvo como resultado la formación de una Asociación de Recolectores de Hongos (Gómez Peralta y Zamora Equihua, 2012) y ha servido como ejemplo para otras iniciativas similares.

De 2013 a 2015, con apoyo de la Coordinación de la Investigación Científica, se desarrolló la línea de investigación de taxonomía de hongos hipogeos (trufas y psudotrufas) en el Sistema Volcánico Transversal. Como parte de los resultados obtenidos durante este tiempo, se destaca la descripción de tres nuevas especies para la ciencia (Guevara Guerrero et al., 2015; Guevara Guerrero et al., 2016), cuatro nuevos registros para México (Gómez Reyes et al., 2012; Gómez Reyes et al., 2014; Gómez Reyes et al., 2017) y siete nuevos registros para Michoacán (Gómez Reyes et al., 2018), además de más de 120 ejemplares de distintos géneros que se encuentran estudiando.

En cuanto a los líquenes se han publicado 116 especies como nuevos registros para Michoacán, 28 para Guanajuato y 31 para el país (Gómez Peralta, 1992; Gregorio Cipriano et al., 2016; Puy Alquiza et al., 2018). Así mismo, se tienen cinco nuevos registros de macromicetos para la entidad con otros hábitos que no son hipogeos (Hernández Salmerón et al., 2013; Gómez Reyes y Gómez Peralta, 2014; Salinas Rodríguez y Gómez Reyes, 2015).

Se tiene el registro del conocimiento etnomicológico de una comunidad de origen Mazahua del oriente del estado, donde se reportan nombres comunes de hongos silvestres comestibles y se documentó el proceso de comercialización (Gómez Reyes et al., 2005). Otros trabajos donde se ha documentado el conocimiento tradicional de los hongos silvestres comestibles, son los de Zamora Equihua et al. (2007) en el municipio de Tancítaro; Torres Gómez en Arantepacua (2008), y Gómez Reyes (2015) en Capacuaro, en el municipio de Uruapan. Así como la comercialización en los mercados locales de la ciudad de Morelia (Gómez Peralta et al., 2007).

Se cuenta con la edición de dos guías ilustradas. En 2009 se publicó en formato impreso y digital la *Guía de hongos de los alrededores de Morelia*, un esfuerzo en conjunto que encabezó el Museo de Historia Natural “Manuel Martínez Solórzano” como resultado del trabajo de las exposiciones de hongos de los alrededores de Morelia. Además de relatar la historia de las exposiciones, se incluye un catálogo con la descripción de las especies de hongos más representativas. La segunda guía llamada *Guía Ilustrada de la Estación Biológica Vasco de Quiroga: macrolíquenes y macromicetos*, se publicó en formato digital en 2017 con apoyo de la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH y es el primer esfuerzo por documentar la diversidad biológica de la Estación Biológica Vasco de Quiroga, inaugurada en 2016. En dicho trabajo se describen 112 especies de macromicetos y líquenes.

El personal académico y estudiantes de la Colección de Hongos ha tenido un fuerte compromiso social, por lo que se ha trabajado de manera importante en programas de divulgación

mediante exposiciones temporales como la “Exposición de los hongos silvestres de los alrededores de Morelia”, que se ha realizado durante más de treinta años; “El tianguis de la ciencia” y la “Feria del hongo”, en Senguio, donde ocasionalmente se participa con talleres y charlas. En la colección se recibe la visita de alumnos de distintos niveles escolares, además se cuenta con un programa de recorridos micoturísticos. Estas actividades van encaminadas a concientizar a la sociedad en la importancia que tiene estos organismos en los ecosistemas y la conservación de los mismos y con ello fomentar el conocimiento y respeto por los bosques como el principal hábitat de los líquenes y macromicetos.



Figura 7. En la Colección de Hongos y líquenes estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado realizan proyectos de investigación lo que se ha contribuido en un mejor conocimiento de la diversidad de estos organismos, (GV).

POTENCIAL Y USO

La colección de hongos, en cuanto a los líquenes se refiere, es una de las principales del país debido a la representación nacional y la estructura que tiene, con los ejemplares georreferenciados y organizada con la sistemática más reciente. Por otro lado, los macromicetos presentan un amplio potencial, debido a que se tienen resguardados ejemplares de especies comestibles

que pueden ser sujetas a cultivo como los géneros *Lentinellus*, *Neolentinus*, *Pleurotus* y *Volvariella*, entre otras, las cuales son consumidas localmente en diversos municipios del estado, por lo que la colección puede ser un reservorio genético para estas especies y con un potencial en investigación aplicada. Lo mismo sucede con especies que tienen otras aplicaciones como medicinales, control biológico, uso forestal y plagas, entre otras aplicaciones.

REFERENCIAS

- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J. y Valenzuela, R. (2014). Biodiversidad de Hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl, 85, S76-S81.
- Gómez-Peralta, M. (1992). Contribución al conocimiento de los líquenes del campo geotérmico Los Azufres, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*, 18, 31-53.
- Gómez-Peralta, M. (2009). *Informe Técnico del estudio: Determinación de la calidad del aire con indicadores biológicos (líquenes) en el Campo Geotérmico de Cerritos Colorados y en el Área de Protección de Flora y Fauna, La Primavera*. Convenio CFE-UMSNH.
- Gómez-Peralta, M. (2012). La Colección de Líquenes del Herbario de la Facultad de Biología. En Chávez Carbajal, M.A. y M. Gómez Peralta (Eds.), *Memoria de las pantas. Pasado y presente del Herbario de la Facultad de Biología* (pp. 161-174). Morelia, Michoacán: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Gómez-Peralta, M. y Chávez-Carmona, M. A. (1995). Líquenes como indicadores biológicos en el Campo Geotérmico Los Azufres, Michoacán, México. *Geotermia Revista Mexicana de Geología*, 3, 137-143.
- Gómez-Peralta, M. y Gómez-Reyes, V. M. (2007). Líquenes y musgos de Morelia relacionados con la calidad del aire. *Biológicas*, 9, 5-11.
- Gómez-Peralta, M., Gómez-Reyes, V. M., Angón-Torres, Ma. P. y Castro-Piña, L. (2007). Comercialización de hongos silvestres comestibles en los mercados y tianguis de Morelia, Michoacán. *Biológicas*, 9, 81-86.
- Gómez-Peralta, M. y Gregorio Cipriano, R. (en prensa). Líquenes. *Estudio de Estado*. CONABIO.
- Gómez-Peralta, M. y Zamora-Equihua V. (2012). Los hongos silvestres comestibles en Yoricosstio, México. En Sánchez, J. y Mata, G. (Eds.). *Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica* (pp. 29-38). México. ECOSUR-INECOL.
- Gómez-Reyes, V. M., Gómez Peralta, M. y Ortega V., Z. (2005). Hongos silvestres comestibles de la comunidad indígena Nicolás Romero, municipio de Zitácuaro, Michoacán. *Biológicas*, 7, 22-27.
- Gómez-Reyes, V. M., Hernández Salmerón, I. R., Terrón Alfonso, A. y Guevara Guerrero, G. (2012). Estudio taxonómico de *Elaphomyces spp.* (Ascomycota, Eurotiales, Elaphomycetaceae) de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Micología*, 36, 57-62.

- Gómez-Reyes, V. M. (2015). *Micocenosis del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, México*. Tesis Doctoral. Universidad de León. España.
- Gómez-Reyes, V. M. y Gómez Peralta, M. (2014). Nuevos registros de macromicetos para el estado de Michoacán. *Biológicas*, 16, 23-26.
- Gómez-Reyes, V. M., Gómez-Peralta, M., Terrón-Alfonso, A. y Guevara-Guerrero, G. (2014). Descripción de *Trappea darkeri* (Trappeaceae: Hysterangiales) de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 1265-1268.
- Gómez-Reyes, V. M., Gómez Peralta, M. y Guevara Guerrero, G. (2017). Primer reporte y distribución de *Delastria rosea* (Pezizales: Incertae sedis) en México. *Acta Botánica Mexicana*, 119, 139-144.
- Gómez-Reyes, V. M. y Gómez Peralta, M. (en prensa). Hongos macromicetos. *Estudio de Estado*. CONABIO.
- Gómez-Reyes, V. M., Vázquez Marrufo, G., Ortega-Gómez, A. Ma. y Guevara-Guerrero, G. En prensa. Ascomicetos hipogeos de la región occidental del Sistema Volcánico Transversal, México. *Acta Botánica Mexicana*.
- Gregorio-Cipriano, M. R., Gómez-Peralta, M., y Álvarez, I. (2016). Líquenes cortícolas de las áreas urbanas y suburbanas de Morelia, Michoacán, México. *Botanica Complutensis*, 40, 9-21.
- Guevara-Guerrero, G., Báez-Alvarado, I., Gómez-Reyes, V. M. y Castellano, M. A. (2015). *Stephanospora michoacanensis* (Stephanosporaceae, Agaricales), a novel sequesterate truffle from North America. *Revista Mexicana de Micología*, 41, 71-75.
- Guevara-Guerrero, G., Castellano, M. A. y Gómez-Reyes, V. M. (2016). *Two new Aroramycetes species* (Hysterangiaceae, Hysterangiales) from México. *IMAFUNGUS*, 7, 235-238.
- Guzmán, G. (1998). Inventorying the fungi of Mexico, *Biodiversity and Conservation*, 7, 369-384.
- Guzmán, G. (2008). Análisis de los estudios sobre los macromycetes de México. *Revista Mexicana de Micología*, 28, 7-15.
- Hawksworth, D. L. (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95, 641-655.
- Hawksworth, D. L. (2001). The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, 105, 1422-1432.
- Herrera-Campos, Ma. A., Lücking, R., Pérez-Pérez, R. E., Miranda-González, R., Sánchez, N., Barceñas-Peña, A., Carrizosa, A., Zambrano, A., Ryan, B. D. y Nash III, T. H. (2014). Biodiversidad de líquenes en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S82-S99.
- Hernández-Salmerón, I. R., Gómez-Reyes, V. M. y Gómez-Peralta, M. (2013). Contribución al conocimiento del género *Morchella* (Morchellaceae: Ascomycota) para Michoacán. *Biológicas*, 15, 11-15.
- Lücking, R., Hodkinson, P. B. y Leavitt, S. D. (2016). The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota-Approaching one thousand genera. *The Bryologist*, 119, 361-416.

- Moya, P., Molins A., A., Martínez Alberola, F., Muggia, L. y Barreno, E. (2017). Unexpected associated microalgal diversity in the lichen *Ramalina farinacea* is uncovered by pyrosequencing analyses. *PLoS ONE*, 12, 1/21-21/21.
- Mueller, G. M., Schmit, J. P., Leacock, P. R., Buyck, B., Cifuentes, J., Desjardin, D. E., Halling, R. E., Hjortstam, K., Iturriaga, T., Larsson, K. H., Lodge, D. E., May, T. W., Minter, D., Rajchenberg, M., Redhead, S. A., Ryvarden, L., Trappe, J. M., Watling, R. y Wu, Q. (2007). Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation*, 16, 37-48.
- Puy-Alquiza, M. de J., Gómez-Peralta, M., Reyes-Zamudio, V., Gregorio-Cipriano, M. del R., Miranda-Avilés, R., Ríos_Ureña, D. N. y Cortés-Hernández, V. (2018). Diversidad de macrolíquenes saxícolas en México: caso de estudio del distrito minero de Guanajuato. *Acta Botánica Mexicana*, 123, 37-50.
- Salinas Rodríguez, M. y Gómez Reyes, V. M. (2015). Gasteromicetos del Estribo Grande y Estribo Chico del municipio de Pátzcuaro, Michoacán. *Biológicas*, 17, 10-14.
- Torres Gómez, M., (2008). *Conocimiento y uso popular de macromicetos silvestres en la comunidad de Arantepacua, Mpio. de Nahuatzen, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Zamora-Equihua, V., Gómez-Peralta, M., Vázquez-Marrufo, G. y Angón-Torres, Ma. P. (2007). Conocimiento etnomicológico de hongos silvestres comestibles registrados para la zona de Tancítaro, Michoacán. *Biológicas*, 9, 41-46





0.05mm



Colección de Parásitos

DAVID TAFOLLA-VENEGAS

RESUMEN

La diversidad animal está representada principalmente por invertebrados. Dentro de este grupo de animales, en general crípticos y de tamaño típicamente diminuto, predomina el estilo de vida de tipo parasitario. Los organismos que participan en este tipo particular de simbiosis son llamados “parásitos”. El parasitismo es muy común en el reino animal y en otros organismos como los protozoos, ya que infinidad de especies, de varios linajes, han adquirido el hábito de vida parasitaria independientemente. A pesar de que los animales metazoos parásitos y otros organismos unicelulares (protozoos) parásitos son parte importante de la biodiversidad, no han recibido la atención sistemática adecuada. Esta es una de las motivaciones por las cuales a finales de los 80 y principios de los 90, en la entonces Escuela de Biología de la Universidad Michoacana se funda el Laboratorio de Parasitología con la finalidad de cubrir el vacío de conocimiento científico sobre parásitos de la fauna silvestre del estado de Michoacán. En años recientes, gracias al financiamiento de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), así como de instancias no gubernamentales del extranjero, se sistematizan las colectas de organismos parásitos de los grupos: Lobosoa, Sporosoa (Apicomplexa), Kinetoplastida, Metamonada, Sarcostigophora, Platelminetos, Nematodos, Nematomorfos, Acantocéfalos, Anélidos y Artrópodos, en una base de datos. Esta base de datos se elaboró de acuerdo con los lineamientos establecidos por la CONABIO, y se actualiza en la plataforma digital de la Comisión con los nuevos lotes que ingresan a la colección. Esto ha permitido constituir de manera formal la Colección Científica de Parásitos de la Universidad Michoacana (CCPUM), resguardada en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Biología.

INTRODUCCIÓN

Cuando escuchamos el término “biodiversidad animal”, generalmente pensamos en animales coloridos, con cantos melodiosos y comportamientos carismáticos, es decir, animales vertebrados. Sin embargo, los vertebrados representan solamente el 30% de las especies del reino animal, mientras que el restante 70%, está representado por “los otros animales” (Brusca y Brusca, 2005). Estos otros animales son los invertebrados, organismos minúsculos que pueden completar su ciclo de vida en días u horas, si el ambiente lo permite, y cuyo universo completo puede ser una charca de agua de lluvia o una poza de la bajamar. A estos pequeños organismos casi nadie los conoce, pero sus formas corporales y estilos de vida son mucho más variados que los que poseen los vertebrados.

El parasitismo es una asociación simbiótica muy peculiar, que apareció de manera independiente a lo largo de la historia evolutiva en casi todos los linajes de los animales existentes, haciendo de esta asociación biológica, sobre todo entre los invertebrados y los protozoos, el estilo de vida más común (Ruppert y Barnes, 1995). Los organismos adaptados a una vida parásita han desarrollado estrategias de comportamiento y estructurales de su anatomía corporal que resultan sumamente exitosas (Fig. 1). De esta manera, prácticamente no existe vertebrado que no albergue en su cuerpo algún organismo pluricelular o unicelular parásito (Brusca y Brusca, 2005). Por otra parte, la gran especialización que tienen los parásitos con respecto a su hospedero hace que entre mayor sea la diversidad animal en una región, más alta sea la diversidad de sus parásitos (Muñoz y George-Nascimento, 2002).



Figura 1. *Pterobothrium* sp., cestodo obtenido de peces del Mar Caribe mexicano; pueden observarse los tentáculos armados con microganchos en su extremo anterior con la finalidad de sujetarse de mejor manera a la luz intestinal de sus hospederos (aumento 40X, teñido con Paracarmín de Meyer), (GV).

Aunque México cuenta con una gran tradición de helmintólogos dedicados a estudiar la biodiversidad parasitaria, el conocimiento de este grupo está muy lejos de considerarse satisfactorio (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001). El número de especialistas en parasitología sigue siendo bastante inferior en comparación con el número de especialistas en otros campos de estudio como la ictiología, herpetología, mastozoología y ornitología. Debido a esto, resultan de sumo valor los esfuerzos para documentar debidamente la diversidad de organismos parásitos mediante colecciones científicas. Estas colecciones son fundamentales para conocer el acervo biológico de las distintas regiones, comprender la influencia ecológica de los parásitos sobre la historia natural de sus hospederos, analizar los patrones de coevolución de parásitos con sus hospederos y buscar la prevención de zoonosis parasitarias, entre otros aspectos.

En particular para el estado de Michoacán, desde finales de la década de los 80 se han realizado trabajos encaminados a conocer la diversidad parasitaria mediante colaboraciones con investigadores de distintas instituciones, principalmente la Universidad Nacional Autónoma de México (Lamothe-Argumedo et al., 1997). Sin embargo, no es sino hasta el año 2011 que se comenzó a sistematizar la información de los organismos previamente colectados y a partir del 2015, gracias a proyectos financiados principalmente por la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), se retoman las colectas científicas para registrar los ejemplares bajo las normas establecidas por la propia comisión. En reconocimiento a la necesidad científica de sistematizar la información sobre la diversidad de organismos pluricelulares (metazoos) y unicelulares (protozoos) parásitos del estado, el Laboratorio de Investigación en Parasitología de la Facultad de Biología asumió el compromiso de organizar el conocimiento generado sobre el tema a lo largo de varios años de existencia, más el conocimiento que se genera actualmente con el apoyo de otros grupos de trabajo de la propia facultad y otros institutos de la misma universidad, formalizando y oficializando la Colección Científica de Parásitos de la Universidad Michoacana (CCPUM).

RESEÑA HISTÓRICA DE LA CCPUM

A finales de los 70, de parte de diferentes niveles de gobierno, se gestó un macro proyecto cuyo objetivo fue evaluar la biodiversidad del estado de Michoacán con el apoyo de la entonces Escuela de biología de la UMSNH. En ese contexto, a principios de los años 80 se integra a la Escuela de Biología la Dra. Teresa Álvarez Ramírez, de formación química fármacobióloga, a nivel licenciatura, y parasitóloga, a nivel posgrado, quien funda el Laboratorio de Investigación en Parasitología. Este laboratorio se ubicó, con el tiempo, en las instalaciones del edificio B4 en Ciudad Universitaria. Aprovechando la coyuntura de los proyectos de ese entonces, la Dra. Álvarez, junto con sus mentores parasitólogos, el Dr. Rafael Lamothe Argumedo, del Instituto

de Biología, y el Dr. Jorge Tay Zavala, de la Facultad de Medicina, ambos de la UNAM, comenzó el estudio formal de la parasitofauna del estado. Esta actividad se ha continuado mediante proyectos financiados por diferentes niveles de gobierno. En el 2011 se integró de manera definitiva al Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Biología de la UMSNH el Biól. David Tafolla Venegas, formado en el estudio científico de la parasitología, comenzando con la labor de sistematizar el material biológico recopilado en los años previos. De manera paralela, y con el apoyo de diversos colaboradores de la facultad, como el Dr. Omar Domínguez Domínguez y la Dra. Martina Medina Nava (Laboratorio de Biología Acuática), el Dr. Alejandro Pérez Arteaga y la Dra. Ivonne Herreras Diego (Laboratorio de Vida Silvestre), y las doctoras Ileri Suazo Ortuño y Alma Lilia Fuentes Farías (laboratorios de Ecología Animal y Ecofisiología Animal, respectivamente) de la UMSNH, se intensificaron las colectas en el estado y se expandieron hacia otros estados del centro y sureste de México, el Pacífico y Caribe mexicano y Centroamérica. Fruto del mismo trabajo, y gracias al financiamiento de la CONABIO, se contrató como técnico al biólogo Marcos Noé López Zacarías durante el periodo 2016–2018. Con su apoyo se homogenizaron las bases de datos siguiendo los requerimientos para subirlas a la plataforma de CONABIO, y así oficializar los registros de la colección ante esa institución.

CARACTERÍSTICAS DEL ACERVO DE LA CCPUM

La CCPUM resguarda en la actualidad 340 lotes con 3,252 parásitos, tanto unicelulares (protozoos) como pluricelulares (metazoos). Los parásitos protozoos se encuentran representados por especies de cinco phyla: Lobosoa, Sporosoa (Apicomplexa), Kinetoplastida, Metamonada y Sarcocystophora, y en general se cuenta con la representación de siete familias, nueve géneros y 28 especies. En lo concerniente a parásitos metazoos, hay organismos de seis phyla distintos: Plelmintos, Nematodos, Nematomorfos, Acantocéfalos, Anélidos y Artrópodos, y en general se cuenta con una representación de 49 familias, 93 géneros y 197 especies. Aparte, se cuenta con 19 géneros de especies no identificadas por tratarse de organismos en estadios larvarios. Por lo tanto, se tienen representados prácticamente todos los phyla de importancia parasitaria del reino animal y similares en el caso de los protozoos (Fig. 2). La diversidad de hospederos de los parásitos en la colección abarca los cinco grupos de vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

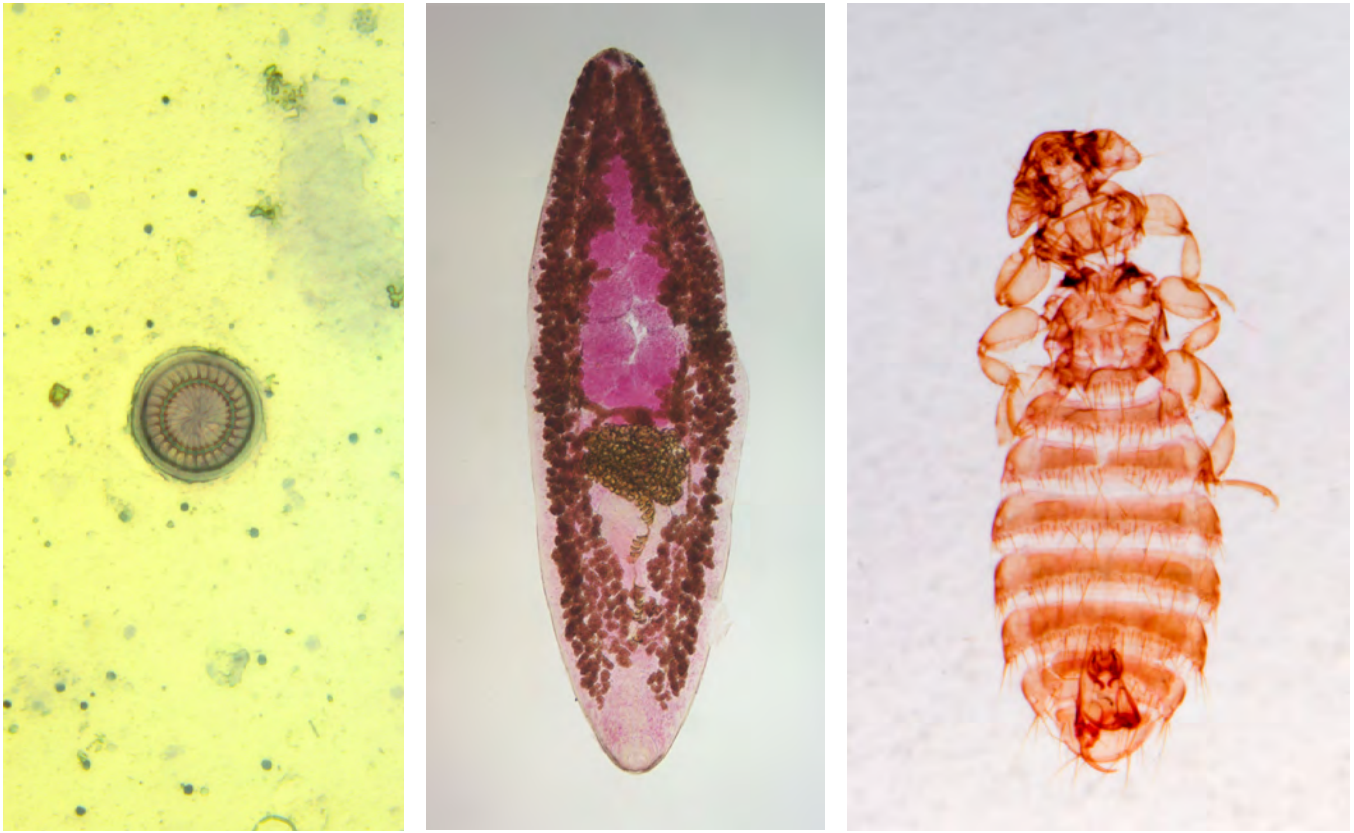


Figura 2. La CCPUM tiene representados prácticamente a todos los phyla de importancia parasitaria del reino animal y similares en el caso de los protozoos. a) *Trichodina* sp., parásito protozoo de branquias de Tilapia obtenido de granjas acuícolas de Huandacareo, Michoacán (aumento 100X, teñido con Hematoxilina de Harris). b) *Helicometrina nimia*, parásito platelminto de tracto digestivo de peces marinos (aumento 40X, teñido con Paracarmín de Meyer). c) *Menopon* sp., ectoparásito artrópodo de aves residentes de Morelia, Michoacán (aumento 10X, teñido con Fuscina ácida), (DTV).

En lo que respecta a la representación geográfica y de familias biológicas de los hospederos se han hecho colectas en varias localidades del estado de Michoacán como las regiones de Lerma-Chapala, Lago de Pátzcuaro, Lago de Cuitzeo, Ciénega de Zacapu, tierra caliente y la costa. De estas regiones se han revisado especies pertenecientes a siete familias de peces continentales, 18 familias de peces marinos, dos familias de anfibios, tres familias de reptiles, cuatro familias de aves y siete familias de mamíferos. En el resto del país se tienen localidades muestreadas dentro del continente en el estado de Jalisco (hospederos de cuatro familias de peces y una familia de reptiles), Guanajuato (hospederos de dos familias de aves) y Querétaro (hospederos de una familia de aves), las regiones costeras y mar adentro de los estados de Guerrero y Oaxaca (hospederos de 36 familias de peces entre ambos estados), el mar Caribe en el estado de Quintana Roo (hospederos de dos familias de peces estuarinos y hospederos

de 44 familias de peces arrecifales) y las islas Socorro y Clarión del archipiélago Revillagigedo (hospederos de 26 familias). También se cuenta con organismos parásitos de peces costeros y de altamar (representados por 9 familias) de varias localidades de la costa de El Salvador.

Los organismos dentro de la colección parasitológica se encuentran conservados en seco y en húmedo. Entre los primeros se encuentran los organismos microscópicos (que van desde algunas micras hasta menos de 10 mm de largo). Entre los conservados en húmedo están prioritariamente los macroscópicos (organismos que sobrepasan el centímetro, y en algunos casos, llegan a mediar varios metros de largo). La parte seca consta de organismos protozoos y metazoos montados sobre laminillas de cristal (portaobjetos) de 25 x 75 mm con cubreobjetos de diferentes tamaños. Los protozoos se fijan usando la técnica de frotis teñidos preferentemente con Giemsa y Hematoxilina de Harris; metodológicamente no es necesaria la fijación de la muestra con un cubreobjetos, sin embargo, al tratarse de muestras para la posteridad, se fijan con un medio comercial para muestras histológicas que funciona a la vez como fijador y pegamento para el cubreobjetos. Para los metazoarios, el medio de montaje usado es el Bálsamo de Canadá, ya que garantiza que la muestra se mantenga en buenas condiciones a largo plazo, además tiene una baja difracción, permitiendo una mejor observación del organismo preservado. Los organismos montados en laminillas tienen un proceso previo de deshidratación y tinción, las tinciones de elección pueden variar dependiendo del grupo taxonómico trabajado y de la estructura u órgano que se desea revelar. Los metazoos encontrados en la colección están teñidos típicamente con Paracarmín de Meyer (acantocéfalos, cestodos e hirudíneos), Tricrómica de Gomorí (digéneos principalmente) y Fuscina ácida (artrópodos) (Fig. 3). La parte húmeda está constituida por organismos preservados en alcohol diluido al 70%. Dependiendo del tamaño del organismo, los frascos que contienen a los ejemplares varían en su capacidad desde 20 hasta 1000 ml, todos de boca ancha y perfectamente cerrados. Las laminillas se encuentran en muebles de madera diseñados especialmente para el almacenamiento de las mismas en posición horizontal; los lotes, secos y húmedos, se mantienen en una gaveta cerrada (Fig. 4).

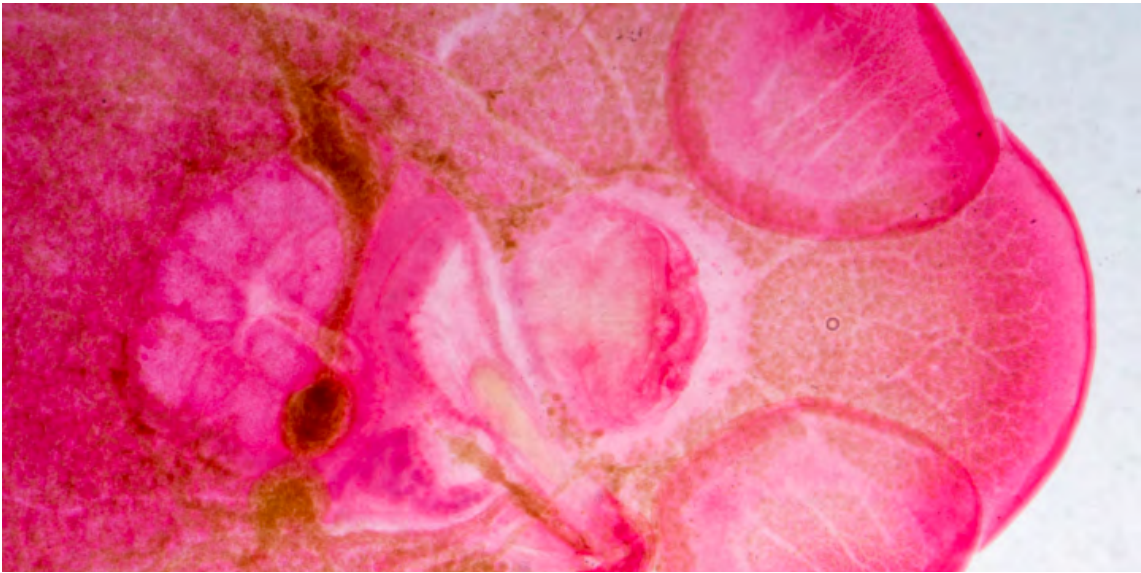


Figura 3. Las tinciones usadas en los organismos resguardados en la CCPUM son las indicadas para cada grupo biológico de parásitos, gracias a estas tinciones podemos reconocer las estructuras con valor taxonómico y llevar a cabo la identificación correctamente. Detalle del gusano *platelminto Capsala notosinense* donde, gracias a la tinción usada, se puede observar con detalle el aparato reproductor hermafrodita, (GV).



Figura 4. Vista general de uno de los muebles donde se encuentra la CCPUM, se aprecian frascos donde se resguardan los lotes en húmedo para organismos de tamaño considerable a grandes, así como muebles de madera con charolas donde se resguardan las laminillas de la colección seca para organismos microscópicos a pequeños, (GV).

HECHOS A DESTACAR DE LA CCPUM

Aunque la CCPUM es pequeña comparada con la Colección Nacional de Helmintos del Instituto de Biología de la UNAM, que es la principal colección parasitológica del país, tiene una representación considerable de la fauna parasitaria de Michoacán. De esta manera, representa el primer esfuerzo sistemático y científico en su tipo para Michoacán, albergando una excelente representatividad de parásitos para las diferentes regiones del estado. Por otra parte, cabe destacar que el responsable de la CCPUM y el grupo de colaboradores, son contrataciones laborales relativamente recientes y definitivas, lo cual es muy importante puesto que asegura una continuidad en el crecimiento de la colección.

A pesar de su corta existencia, la CCPUM cuenta ya con paratipos de especies de helmintos que representan nuevos registros para el continente americano como: *Accacladium arri*, *Gonocerca oshoro*, *Hypocreadium balistes*, *Hypohepaticola callionymi*, *Myorhynchus pritchardae*, *Podocotyloides plageorchis* y *Stephanostomum bicoronatum*, obtenidos de peces del sistema arrecifal de Quintana Roo. Así mismo, para América continental se cuenta con ejemplares de *Vampirolepis macroti*, obtenidos de murciélagos de Michoacán. De igual forma se tienen resguardos de paratipos registrados por primera vez en una localidad diferente a la de su registro original y de descripción; entre estos casos está *Saccocoelioides lamothei*, de peces dulceacuícolas en Jalisco, y *Torrestrongylus tetradorsalis*, en murciélagos de Michoacán. Se cuenta, además, con los resguardos de los parásitos de vertebrados de gran importancia endémica como son el anfibio *Ambystoma ordinarium*, nativo de pequeños cuerpos de agua de la región centro de Michoacán, los peces *Zoogoneticus tequila*, *Zoogoneticus purepechus* y *Ameca splendens*, del río Teuchitlán, en Jalisco, y el pez *Holacanthus clarionensis*, del archipiélago de las islas Revillagigedo, entre otros.

Al ser la CCPUM una colección comprometida con la academia, la ciencia y la sociedad, se determinó incluir a todos los grupos biológicos parasitarios y no concentrarse únicamente en los que por tradición se han incluido en las colecciones (p.ej., platelmintos, nematodos, anélidos y acantocéfalos). Esto ha permitido incluir artrópodos ectoparásitos (comúnmente piojos, pulgas, garrapatas, etcétera) y algunos endoparásitos (crustáceos pentastómidos) que representan también una gran diversidad al estar presentes en todos los grupos de vertebrados. Así mismo, se han incluido los grupos de protozoos, ya que siempre que se obtiene a un organismo con fines de estudio parasitológico, se colectan todos los diferentes tipos de parásitos presentes con la finalidad de extraer la mayor información posible y justificar el sacrificio de los hospederos. Por último, se incluye no sólo a los parásitos de fauna sino también a aquellos con importancia clínica que han sido donados por centros científicos de salud, como la Facultad de Medicina y el Instituto de Ciencias Biomédicas (Fig. 5), ambos de la UNAM.



Figura 5. La CCPUM también cuenta con ejemplares de importancia clínica provenientes de muestras donadas por centros científicos de salud, como los gusanos nematodos del género *Ascaris*, (GV).

IMPACTO CIENTÍFICO Y SOCIAL DE LA CCPUM

La colección científica de parásitos ha generado una importante cantidad de conocimiento y en conjunto con las otras colecciones parasitarias existentes en el país, permiten contar con un acervo común para alcanzar un mayor conocimiento de la biodiversidad nacional. En la CCPUM se han llevado a cabo 29 tesis de licenciatura y dos tesis de maestría encaminadas a incrementar el acervo y la formación de recursos humanos en alguna de las diferentes áreas de la parasitología (Fig. 6). Estas tesis han sido resultado de proyectos financiados, algunos por los Fondos Mixtos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la CONABIO e instancias no gubernamentales extranjeras como el “Chester Zoo” de Inglaterra y la “Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund” de Los Emiratos Árabes Unidos (Fig. 7). De manera paralela, como parte de la CCPUM se ha generado material utilizado de forma didáctica para la divulgación de temas relacionados con los diferentes grupos de parásitos en modalidad de conferencias, talleres y exposiciones que se han presentado en la capital michoacana, así como en otros municipios del estado de Michoacán (Tafolla-Venegas, 2014).



Figura 6. Una de las principales líneas de investigación que se desarrollan en el laboratorio y han contribuido de manera importante a la CCPUM, es sobre parásitos de importancia zoonótica, es decir, parásitos de animales que pueden ser patógenos para el hombre como es el caso de *Toxicara canis*, nematodos típicos de cánidos, incluido el perro, (GV).



Figura 7. Gracias al financiamiento de diferentes instancias de investigación, tanto nacionales como internacionales, se ha adquirido el equipo adecuado para crear y mantener la CCPUM y seguir con las líneas de investigación, (GV).

REFERENCIAS

- Brusca R. C. y Brusca G. J. (2005). *Invertebrados*. 2da Edición. Editorial Mc Graw Hill - Interamericana. 1005 pp. ISBN 0-87893-097-3
- Lamothe-Argumedo, R., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, D., Pérez-Ponce de León, G. (1997). *Catálogo de la colección nacional de helmintos*. ISBN-968-36-6088-6
- Muñoz, G., Valdebenito, V. y Geroge-Nascimento, M. (2002). La dieta y fauna de parásitos metazoos del torito *Bovichthys chilensis* Regan 1914 (Pisces: Bovichthyidae) en la costa de Chile centro-sur: Variaciones geográficas y ontogénicas. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75, 661-671.
- Pérez-Ponce de León, G. y García-Prieto, L. (2001). Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. CONABIO. *Biodiversitas*, 37, 7-11
- Ruppert, E. E. y Barnes, R. D. (1995). *Zoología de los invertebrados*. 6ta Edición. Editorial Mc Graw Hill – Interamericana. 1114 pp. ISBN 968-25-2452-0
- Tafolla-Venegas, D. (2014). “Caravana de la ciencia” una ventana itinerante al mundo de la zoología. *Memorias del XX Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica*. Morelia, Michoacán.



Colecciones de Insectos y Arácnidos

JAVIER PONCE SAAVEDRA Y RICARDO PÉREZ MUNGUÍA

RESUMEN

La Colección Entomológica de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) surgió en 1978, a partir de la participación del Biól. Sócrates Cisneros Paz (+) en un proyecto de investigación para conocer los recursos bióticos del estado de Michoacán. El objetivo de la colección es contar con un acervo de referencia que represente la diversidad entomofaunística del estado. Además, se busca formar profesionales en los niveles de licenciatura y posgrado, en las áreas de Biodiversidad, Sistemática y Ecología de insectos y arácnidos. La colección se divide en a) Colección de Insectos (CIFBUM) y b) Colección de Arácnidos (CAFBUM). La CIFBUM tiene bajo su resguardo más de 50,000 ejemplares. Los grupos que más se han trabajado son: Coleoptera (escarabajos, catarinas, picudos), Lepidoptera (mariposas y polillas), Hemiptera (chinchas), Diptera (moscas y mosquitos), Odonata (caballitos del diablo y libélulas) y de Hymenoptera la familia Formicidae (hormigas). La CAFBUM es una colección con ejemplares conservados en alcohol. Está constituida por 7,190 ejemplares correspondientes a 7 órdenes: Amblypygi (tenaches o tenderapos), Araneae (arañas), Opiliones (arañas patonas), Pseudoscorpiones, Scorpiones (alacranes), Solifugae (madres de alacrán) y Theliphonyda (vinagrillos), que son el 70% del total de órdenes conocidos excluyendo ácaros. Más de 50 estudiantes han obtenido su título de Biólogo trabajando con insectos o arácnidos; así como 10 estudiantes de maestría y uno de doctorado. Se ha participado en obras que resumen el conocimiento sobre la biodiversidad entomo y aracnofaunística de Michoacán. Se han publicado dos libros, uno sobre alacranes y otro sobre escarabajos de nuestro estado. La producción científica incluye 30 artículos publicados en revistas con índice internacional, más de 50 con arbitraje nacional y varias de divulgación. Además, se han descrito especies de alacranes de Michoacán, Sonora, Colima, Jalisco, Guerrero y Nayarit y se han redescrito especies de alacranes de importancia médica en México.



Figura 1. Los coleópteros, son uno de los grupos más diversos entre los insectos, incluye a los bien conocidos escarabajos, (GV).

INTRODUCCIÓN

Los artrópodos son el grupo de animales con mayor diversidad en el planeta, ya que se estima que existen entre 5 y 10 millones de especies (Ødegaard, 2008; Stork et al., 2015), de las cuales actualmente se tienen descritas cerca de un millón y medio (15%-30% del total). Los hexápodos (insectos + colémbolos y dipluros) son el grupo de mayor diversidad con aproximadamente 1.2 millones de especies. Los insectos se clasifican en 33 órdenes taxonómicos (Triplehorn et al., 2005). Estos animales pueden encontrarse en casi todos los ambientes del planeta, aunque sólo un pequeño número de especies se ha adaptado a la vida en los océanos. Los insectos presentan todas las estrategias de vida conocidas para los animales y pueden ser sumamente abundantes en los ecosistemas que habitan, por lo que desempeñan un importante papel dentro las redes tróficas de las que forman parte.

En el mundo hay aproximadamente 165,000 especies de mariposas y polillas, 200,000 de abejas y avispas, 375,000 de escarabajos y similares, 84,500 de chinches, chicharritas y pulgones, 150,000 de moscas y mosquitos y 6,500 de caballitos del diablo y libélulas (Arnett, 2000; Triplehorn et al., 2005). En México se han reportado cerca de 48,000 especies de insectos, lo que representa aproximadamente el 5.5% del total mundial (CONABIO 2018). Los arácnidos (Clase Arachnida del griego *arachne*= “araña”), son un grupo de artrópodos perteneciente a los quelicerados, animales en los cuales los primeros apéndices antes de la boca son estructuras para alimentarse y están modificados como colmillos o pinzas, denominados quelíceros (Ubick et al., 2005). Esta característica distingue a los arácnidos de otros artrópodos como insectos, miriápodos y crustáceos en los que este primer par de apéndices son sensoriales y comúnmente se les llama antenas. La clase Arachnida incluye 11 órdenes: Acari (ácaros), Amblypygi (tendarapos o tenanches), Araneae (arañas), Opiliones (arañas patonas), Palpigradi (palpígrados), Pseudoscorpionida (pseudoescorpiones), Ricinulei (ricinúlidos), Shizomida (vinagrillos de cola corta), Scorpiones (alacranes), Solifugae (arañas sol, madres de alacrán) y Thelyphonida (uropígididos o vinagrillos) (Francke, 2014). Entre los arácnidos más abundantes, además de los ácaros, están las arañas con 47,310 especies reconocidas en el mundo.



Figura 2. *Dynastes hylus*, conocido como “Escarabajo Hércules” que aún se encuentra habitando en el Bosque Cuauhtémoc de Morelia, además de otras localidades de Michoacán y el país, (GV).

Existe una gran diversidad morfológica en el grupo y se puede apreciar cuando se compara la apariencia de una araña con la de un alacrán o un vinagrillo. En el mundo se conocen aproximadamente 100,000 especies, de las cuales en México se tienen cerca de 5,600 (6% del total).



Figura 3. La variedad de la fauna de arácnidos se manifiesta en formas del cuerpo contrastantes. La tarántula de Morelia, un tenanche o tendarapo de Carácuaro, alacranes de la costa, arañas de Uruapan y una madre de alacrán también de Uruapan, son un buen ejemplo, (JPS/AFQR).

La biodiversidad entomo y aracnofaunística de México es poco conocida en comparación con el conocimiento que se tiene de la fauna de vertebrados como los anfibios, reptiles, mamíferos, aves e incluso los peces. Esto ocurre a pesar de que los insectos y los arácnidos representan una fuente de alimento muy importante para muchos animales, los insectos participan en la polinización de plantas y a través de su actividad en el suelo, son también responsables de que se produzca suficiente biomasa verde para la alimentación de muchos otros vertebrados e invertebrados y de manera indirecta (y también directa) para el alimento de los humanos.

Sin duda que cada vez será más importante conocer la diversidad de la entomofauna en aras de comprender los procesos ecológicos que la regulan y así poder diseñar mejor las estrategias para su manejo y conservación. Por lo anterior, es más que justificada la existencia de las colecciones entomológicas y aracnológicas que, sin embargo, son escasas y no tienen el apoyo necesario para contar con taxónomos debidamente formados para atenderlas y trabajarlas. Aún con estas limitaciones y al igual que las colecciones debidamente formalizadas en México, nuestras colecciones proporcionan registros confiables para documentar la biodiversidad, permitiendo identificar cambios en el ambiente y hacer comparaciones ante el disturbio o modificación de hábitat cada vez más acelerado que ocurre en el país y en particular en nuestro estado.



Figura 4. Mariposa nocturna conocida como “cuatro espejos” (familia Saturniidae).
Común en el estado de Michoacán, (GV).

RESEÑA HISTÓRICA DE LAS COLECCIONES ENTOMOLÓGICA Y ARACNOLÓGICA

Michoacán es uno de los estados con mayor biodiversidad en México, la cual se manifiesta en la gran variedad de insectos y arácnidos que habitan en el estado. En 1976 la antigua Escuela de Biología participó en un proyecto auspiciado por la Secretaría de Educación Pública denominado: “Contribución al conocimiento de los recursos bióticos del estado de Michoacán”. A partir de esta participación se generó un grupo de investigación denominado “Colección de insectos”, encabezado por el Biólogo Sócrates Cisneros Paz. Este es el antecedente directo del actual

Laboratorio de Investigación en Entomología de la Facultad de Biología que lleva el nombre de su fundador, y que para 1978 ya se encontraba formalmente establecido y desarrollando investigación orientada hacia la entomología forestal. Posteriormente, al incorporarse el entonces Biólogo Edmundo C. López Barbosa, se comenzaron a desarrollar algunos proyectos sobre control biológico de plagas, y es gracias al apoyo del Dr. López Barbosa, que el actual coordinador, Dr. Javier Ponce Saavedra, logró obtener el título de Biólogo y así iniciar su carrera como investigador que le llevó a ser especialista en sistemática y ecología de insectos y arácnidos, particularmente de los alacranes.

Ese primer grupo de trabajo tuvo entre sus integrantes a otros estudiantes que posteriormente serían investigadores en diferentes áreas de la entomología en México, por ejemplo, el Dr. Jaime Villa Castillo en el área de la entomología forestal, el Dr. Manuel Balcázar Lara en la sistemática y ecología de mariposas y actualmente experto en las familias Saturniidae y Sphingidae. También pasaron por el Laboratorio de Entomología y enriquecieron sus colecciones, el M. en C. Miguel Ángel Torres Torres, quien trabajó arañas de las familias Araneidae y Theridiidae; el M. en C. Carlos Tena Morelos, quien orientó su trabajo en plagas de granos almacenados, y las ahora destacadas doctoras en ciencias Ana Mabel Martínez, especialista en control biológico de plagas de insectos; María Ventura



Figura 5. Biólogo Sócrates Cisneros Paz, fundador de la colección de insectos de la UMSNH, (LD).

Rosas y Aixchel Maya Martínez, ambas especialistas en mariposas y otros grupos de insectos; el M. C. César M. A. Jurado Vargas, especialista en termitas; la M. C. Jezabel Báez Santacruz, especialista en chinches, y la Dra. Ana. F. Quijano Ravell especialista en sistemática y ecología de alacranes. En 2005 se incorpora al Laboratorio el Dr. Ricardo Pérez Munguía, quien establece una línea de investigación en macroinvertebrados acuáticos como indicadores de condiciones ambientales en sistemas de agua dulce.



Figura 6. *Pterourus multicaudatus*, la mariposa que los aztecas conocieron como “Xochiquetzal papalotl” y que también se conoce como “llamadora” o “mariposa tigre”, común en Michoacán, (GV).

En el año 2000 se establece una relación de trabajo con el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, particularmente con el Dr. Carlos Rommel Beutelspacher Baigts de la Colección Nacional de Arácnidos (CNAN), que se traduce en la colaboración en proyectos dirigidos a incrementar el conocimiento de la biodiversidad de alacranes de México, particularmente del estado de Michoacán, y que tiene como resultado inmediato la publicación del *Catálogo de alacranes de México*, bajo la autoría del Dr. Beutelspacher (2000). Así mismo, un año después se publica el libro: *Alacranes de Michoacán*, en coautoría del mencionado investigador y el Dr. Javier Ponce Saavedra. Posteriormente, en 2001 se inicia la colaboración con

el entonces recién nombrado curador de la CNAN, Dr. Oscar F. Francke Ballve, y con el Dr. David Sissom, de Texas I&M University, lo que culmina con las descripciones de dos especies nuevas de alacranes que habitan en la Depresión del Balsas, una de ellas es nombrada *Vaejovis cisnerosi*, en honor al Biól. Sócrates Cisneros (Ponce-Saavedra y Sissom, 2004). Esta especie es considerada por González-Santillán y Prendini (2013) como único representante de un género nuevo al que llamaron *Balsateres*. La otra especie es de importancia médica, se describió en colaboración con el Dr. Oscar Francke y se denominó *Centruroides balsasensis* (Ponce-Saavedra y Francke, 2004). Además, se han descrito otras especies de alacranes endémicas a la Depresión del Balsas como *Vaejovis kuarapu*, de la región de Parácuaro (Francke y Ponce-Saavedra, 2006), que posteriormente se traslada al género *Konetontli*. También se describe *Kuarapu purhepecha*, de la zona de Zicuirán, en el municipio de la Huacana, que representa un género nuevo (Francke y Ponce-Saavedra, 2010). De la zona de Churumuco se describe un alacrán de hábitos fosoriales (subterráneos) de la familia Diplocentridae: *Diplocentrus churumuco* (Francke y Ponce-Saavedra, 2005). Otro diplocéntrido de la región de la Huacana es descrito y publicado como *Diplocentrus poncei* (Francke y Quijano Ravell, 2009). Esta especie también fue posteriormente trasladada al nuevo género *Kolotl* como especie tipo (Santibañez-López et al., 2014). En 2012 se describe un pequeño alacrán que vive en las lomas de Santa María y zona adyacente del bosque Lázaro Cárdenas de la ciudad de Morelia. Por esto se nombra: *Vaejovis morelia* (Miranda et al., 2012). En 2014 se describe *Vaejovis coalcoman* con material de esa zona (Contreras Félix y Francke, 2014). Finalmente, se describe otro alacrán de importancia médica, en la región de Apatzingán, al que se denominó *Centruroides ruana* por la localidad tipo de donde provinieron los ejemplares (Quijano Ravell y Ponce-Saavedra, 2016). En 2009 se redescibió y elevó a estatus de especie a *Centruroides tecomanus* Hoffmann (Ponce-Saavedra et al., 2009). Otros arácnidos michoacanos que son descritos como producto del trabajo en el Laboratorio de Entomología, son el opilión *Krusa hidalguensis* que se reconoce como especies nueva (Gaona-Escamilla et al., 2016) y el ambliopígido *Phrynus purepechas*, descrito en colaboración con el investigador cubano Luis F. de Armas (Armas et al., 2017). También se ha colaborado con el Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad del Museo de Historia Natural “Tomás Romay”, de Santiago, Cuba, a través del Dr. Rolando Teruel, con quien se hicieron trabajos de redescipción del alacrán de Morelia *Centruroides ornatus* (Ponce-Saavedra et al., 2015); la descripción de una especie de *Centruroides* de Guerrero, *C. bonito* (Quijano Ravell et al., 2016), la redescipción de la especie más tóxica de México *C. noxius* y la descripción de *C. huichol*, una especie nueva de Nayarit (Teruel et al., 2015). Otras especies de alacranes descritas como parte de la colaboración de trabajo del laboratorio son: *Centruroides serrano*, de Oaxaca (Santibañez López y Ponce Saavedra, 2009), *C. hirsutipalpus*, de Colima (Ponce Saavedra y Francke, 2009), *C. villegasi*, de Guerrero (Baldazo Monsivaiz et al., 2013), *C. mascota* (Ponce-Saavedra y Francke, 2011a) y *C. chamela*, de Jalisco (Ponce-Saavedra y Francke, 2011b).

En 2005 se publica la primera síntesis sobre los alacranes del género *Centruroides* en México (Ponce-Saavedra y Moreno-Barajas, 2005), después retomado para elaborar un trabajo sobre alacranes del Centro-occidente de México (Ponce Saavedra y Francke, 2013). También se ha colaborado en el conocimiento de los alacranes de Querétaro, como parte de la obra *Historia Natural del estado de Querétaro* (Ponce-Saavedra y Francke, 2016).



Figura 7. *Kolotl poncei*. Alacrán de la región de Tierra Caliente en Michoacán, (AFQR).

CARACTERÍSTICAS DE LAS COLECCIONES

La CIFBUM tiene bajo su resguardo más de 50,000 ejemplares de insectos, muchos de ellos aun esperando el trabajo de identificación. Los grupos que más se han trabajado son: Coleoptera (escarabajos, catarinas, vaquitas, luciérnagas, etc.) con 25,828 ejemplares, de los cuales 3,202 están montados en alfileres y conservados en cajas entomológicas y 22,626 conservados en alcohol. De estos, 75% están revisados y determinados en diferentes niveles taxonómicos, abar-

cando 53 familias, 148 géneros y 297 especies. Otros 3,478 ejemplares están sólo identificados al nivel de familia. El trabajo con Coleoptera de Michoacán inicia en 1993 con el trabajo de Jurado Vargas en la cuenca de Cuitzeo (Jurado Vargas, 1993). Posteriormente se trabajó en la zona de Quiroga-Pátzcuaro (Ayala Vallejo, 2005; Pérez, 2007) y en el 2014 en el municipio de Morelia (Zamora Vuelvas et al., 2015). Estos esfuerzos culminan con la publicación del libro *Escarabajos de Michoacán* (Deloya et al., 2016), en colaboración con el Instituto de Ecología A. C., de Xalapa, Veracruz. Esta publicación es editada por la UMSNH.

Los ejemplares de Lepidoptera, principalmente las mariposas diurnas de las superfamilias Papilionoidea y Heperioidea, se han estudiado desde los primeros años de trabajo de la colección; sin embargo, se empezó a generar información con investigaciones en los municipios de Tacámbaro (Balcázar Lara, 1988); Gabriel Zamora (Acuña Luviano, 1990); Morelia (Jurado Vargas, 1990; Villaseñor Ramos, 1995); Los Reyes (Arteaga, 1991); Uruapan (Ponce Saavedra, 1993); varios municipios de la Tierra Caliente (Rosas Echeverría, 1998; Maya Martínez, 1999) y posteriormente algunos esfuerzos de síntesis (Jurado Vargas y Ponce Saavedra, 1991; Castillo Víctor, 2007; Castillo Víctor et al., 2008). Hasta el momento, 193 (45%) de las 425 especies registradas para el estado (190 géneros y 211 subespecies) se encuentran en la Colección de Mariposas de la CIFBUM. Las chinches (Hemiptera suborden Heteroptera), se trabajaron durante la estancia en el laboratorio de la M. C. Jezabel Báez Santacruz, quien hizo su tesis de licenciatura en la localidad de “Las Flores”, en el municipio de Morelia (Báez Santacruz, 2011) y después la tesis de maestría en el cerro “El Águila”, también en este municipio (Báez Santacruz, 2012). A partir de su trabajo se logró la síntesis del conocimiento de las chinches en Michoacán, que abarca 27 familias, 105 géneros y 140 especies. Este grupo está representado en la colección por 5,120 ejemplares, 3,915 conservados en alcohol 75% y 1,205 en seco. El orden Odonata en Michoacán (subórdenes Zigoptera y Anisoptera), es un grupo que fue trabajado por Blanca Nieves Martínez en 1997, logrando su síntesis en el 2000. Actualmente se tiene registro de 135 especies, de las cuales hay ejemplares de 60 de ellas (44%), representadas en la colección.

Otros grupos trabajados en el nivel taxonómico de género son las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de las cuales se tienen registros de 7 subfamilias y 43 géneros que se han recolectado en 17 municipios del estado (Escalante Jiménez et al., 2006). El material no se ha cuantificado en número de ejemplares, pero se tienen conservados en seco y en alcohol. De las moscas y mosquitos se tienen determinadas sólo 8 familias de los 111 ejemplares montados en alfiler y 47 familias representadas por los 3,174 ejemplares conservados en alcohol. La información generada se ha publicado en trabajos de difusión y formó parte del Estudio de estado (Ponce-Saavedra, 2005) y su actualización que aún no se publica.

En cuanto a los arácnidos, se tienen 7,190 ejemplares, de los cuales el 67.5% (4,855) son arañas, 18.6% (1,338) opiliones, 10.18% alacranes (732) y el resto están representados por 177 ejemplares de pseudoescorpiones, 45 ambliopígididos, 43 solífugos y 1 Thelyphonido. Taxonómicamente

se tienen 63 familias y 95 géneros determinados. Las arañas con 50 familias y 72 géneros son las más diversas, en correspondencia con el gran número de ejemplares que se conservan. En Michoacán se tiene registro de los dos géneros de arañas de importancia para la salud pública como son *Latrodectus* (familia Theridiidae) y *Loxosceles* (familia Sicariidae).



Figura 8. Especies de arañas de importancia para la salud pública en México y presentes en Michoacán. En fotografía las “viudas” negra y la café de Morelia (atacada por una saltarina) y una “violinista” de Apatzingán, (JPS/AFQR).

Para lograr este acervo, se tienen trabajos desde 1989-92 en el municipio de Tacámbaro y posteriormente en el municipio de Morelia (Sánchez Trejo, 1990; Chávez, 1995; Mendoza, 1997), Uruapan (García Zepeda, 1990) y algunas localidades de Tierra Caliente (Peñaloza, 2000). Los alacranes se trabajaron en tesis de licenciatura desde el inicio de los 90 en Morelia (Penagos, 1990) y en Uruapan (Orozco y Ponce-Saavedra, 1994), para después trabajar en la Depresión del Balsas

(Moreno Barajas, 1998; Ponce Saavedra, 2003) y algunas revisiones taxonómicas (Miranda, 2012; Ponce-Saavedra et al., 2015). Nuestro laboratorio se distingue por ser responsable del poco trabajo ecológico que se ha hecho con alacranes en México (Ponce- Saavedra, 2003; Ponce-Saavedra et al., 2006; Quijano-Ravell, 2011, Quijano-Ravell et al., 2012, Guzmán Pérez y Ponce-Saavedra, 2015). Con Opiliones se trabajó en 2014-15 y se presentó una síntesis en un congreso latinoamericano en 2014 (Gaona-Escamilla et al., 2014) y la descripción de una especie nueva del género *Krusa* (Gaona Escamilla et al., 2016).

IMPACTO CIENTÍFICO Y SOCIAL DE LAS COLECCIONES CIFBUM Y CAFBUM

Las dos colecciones contienen una gran cantidad de material proveniente de diferentes regiones del estado de Michoacán que aún no ha sido trabajado. La gran diversidad que se ha encontrado de los diferentes grupos de insectos y arácnidos estudiados permite suponer la existencia de muchas especies aún no registradas para nuestra entidad, e incluso especies nuevas para la ciencia esperando en nuestras colecciones. Ejemplo de esto son los resultados de los préstamos recientes de material de arañas de la familia Agelenidae a la Dra. Ma. Luisa Jiménez, del CIBNOR (Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste) en La Paz, B.C.S., quien con Julieta Maya describieron 60 especies nuevas para México (Maya-Morales y Jiménez, 2017). Cinco de estas especies provinieron de material de nuestra colección. Así mismo, gracias al préstamo hecho a la Colección Nacional de Insectos, el Dr. Alejandro Zaldívar determina que todos los ejemplares que le fueron prestados representan una nueva especie de hormiga del género *Ectatomma*.

Desde el punto de vista de la importancia hacia la sociedad, el mayor aporte de la colección radica en la utilidad para determinar la existencia de varias especies nuevas de alacranes de importancia para la salud pública, debido a que su picadura puede representar un riesgo para la vida del ser humano. En el estado de Michoacán se conoce de la presencia de 6 de estas especies, mientras que en el país se ha incrementado a 19 el número de alacranes de importancia para la salud pública. Esta información se sintetizó recientemente en un trabajo en el que se publicaron claves ilustradas para la identificación de estas especies (Ponce-Saavedra et al., 2016).

De esta manera, la colección permite contar con información muy valiosa sobre la distribución conocida de arañas y alacranes y es, por lo tanto, muy importante en el manejo epidemiológico que se pueda dar a los problemas de aracnoidismo y alacranismo en el estado y el país.

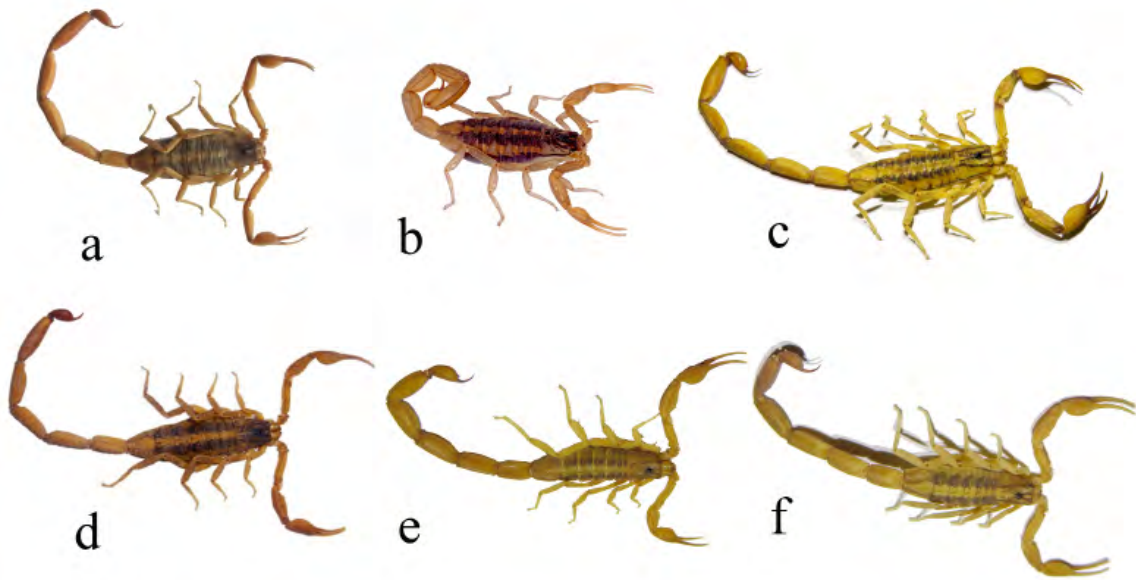


Figura 9. Especies de alacranes de importancia para la salud pública que habitan en territorio michoacano. a) *Centruroides infamatus*, en la región de Uruapan, b) *C. ornatus*, en la zona de Morelia, c) *C. tecomanus*, en la costa, d) *C. ruana*, en la zona de Apatzingán, e) *C. limpidus*, en la zona de Zitácuaro, y f) *C. balsasensis*, en la Tierra Caliente, (JPS/AFQR).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los estudiantes que tuvieron la confianza en los investigadores que en diferentes momentos estuvieron a cargo de la coordinación del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), brindando su esfuerzo y trabajo para obtener su título profesional o sus diplomas de posgrado. Sin ellos, los logros aquí enunciados no hubieran sido posibles.

Se agradece también a la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, representada en diferentes momentos por el Dr. Egberto Bedolla, la Dra. Eva Luz Soriano, el Dr. Rodolfo Farías, el Dr. Napoleón Guzmán, el Dr. Luis Manuel Villaseñor, el Dr. Raúl Cárdenas y la Dra. Ireri Suazo, quienes han apoyado nuestro trabajo.

Finalmente, a los doctores Carlos R. Beutelspacher, Oscar F. Francke, David Sissom, Raúl Pineda y Cuauhtémoc Deloya, cuyo apoyo y colaboración ha permitido que nuestro trabajo pueda tener frutos para la ciencia en México.

REFERENCIAS

- Acuña, L. A. (1990). *Mariposas Diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) del Rancho El Jagüey, Gabriel Zamora, Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Armas De, L. F., Quijano-Ravell, A. F. y Ponce-Saavedra, J. (2017). Una especie nueva de *Phrynus* del occidente de México y nuevas localidades para algunos amblypígijs de Michoacán y Guerrero (Amblypygi: Phrynidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 30, 47-52.
- Arnett Jr., R. H., y Thomas, M. C. (eds.). (2000). *AMERICAN BEETLES. Volume 1. Archeostemmata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia*. Boca Raton, FL.: CRC Press LLC.
- Arteaga, G. L. E. (1991). *Aspectos de la Distribución y fenología de los Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) de la Cañada de Chorros del Varal Municipio de Los Reyes, Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Ayala, V. M. (2005). *Estudio faunístico de Coleoptera: Lamellicornia (Trogidae- Scarabaeidae) del gradiente altitudinal Santa Fe de la Laguna-Cerro Tzirate, Municipio de Quiroga, Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Báez-Santacruz, J. (2012). *Comunidades de Hemiptera: Heteroptera como indicadores de perturbación en bosque tropical caducifolio de la Cuenca de Cuitzeo*. Tesis de Maestría, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Báez-Santacruz, J. y Ponce-Saavedra, J. (2011). *Diversidad de chinches (Hemiptera: Heteroptera) del bosque de encino de la localidad de "Las Flores", municipio de Morelia, Michoacán*. *Entomología Mexicana*, 10, 210-215.
- Balcázar, L. M. A. (1988). *Fauna de Mariposas de Pedernales Municipio de Tacámbaro, Michoacán. Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Baldazo-Monsivaiz, J. G., Ponce Saavedra, J. y Flores Moreno, M. (2013). Una especie nueva de alacrán del género *Centruroides* de importancia médica (Scorpiones: Buthidae) del estado de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 100-116.
- Beutelspacher, B. C. R. (2000). *Catálogo de los alacranes de México. Morelia, Michoacán, México*: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Castillo Víctor, M. E. (2007). *Catálogo de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) del Estado de Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

- Castillo Víctor, M. E., Escalante, J. L., y Ponce-Saavedra, J. (2008). Revisión y Actualización de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) del Estado de Michoacán, México. *Entomología Mexicana*, 7, 953-957.
- Chávez García, L. E. (1995). *Estudio araneofaunístico de cuatro localidades del municipio de Morelia, Michoacán, (Araneae: Araneidae)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Biodiversidad Mexicana. CONABIO (2018). ¿Cuántas especies hay? Recuperado el 10 de marzo de 2018 de <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/cuantasesp.html>.
- Contreras Félix, G. A., Francke, O. F. (2014). Description of a new species of *Vaejovis* from Michoacan, Mexico (Arachnida: Scorpiones: Vaejovidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 24-30.
- Deloya, C., Ponce-Saavedra, J., Reyes-Castillo, P. y Aguirre-León, G. (2016). *Escarabajos de Michoacán*. México, S y G Editores.
- Escalante J., A. L., Ponce-Saavedra, J. y Vázquez, B. M. (2006). Géneros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Estado de Michoacán. *Biológicas*, 80-101.
- Francke B., O. F. y Ponce-Saavedra, J. (2005). A new species of *Diplocentrus* (Arachnida: Scorpiones) from Michoacan, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76, 49-53.
- Francke B., O. F. y Ponce-Saavedra, J. (2005). A new *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) with subcircular spine from Michoacan, Mexico. *Revista Ibérica de Aracnología*, 12, 63-68.
- Francke, O. F. y Ponce-Saavedra, J. (2010). A new genus and species of scorpion (Scorpiones: Vaejovidae) from Michoacan, Mexico. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA)*, 46, 51-57.
- Francke, O. F., Quijano-Ravell, A. (2009). Una especie nueva de *Diplocentrus* (Scorpiones: Diplocentridae) del estado de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 659-663.
- Francke, O. F. (2014). Biodiversidad de Arthropoda (Chelicerata: Arachnida ex Acari) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85, S408-S418.
- Gaona-Escamilla, L., Francke, O. F. y Ponce-Saavedra, J. (2014); *Opiliones (Arachnida: Opiliones) de Michoacán*, IV Congreso Latinoamericano de Aracnología, Morelia, Michoacán, México.
- Gaona-Escamilla, L., Francke, O. F., Ponce-Saavedra, J. (2016). El género *Krusa* (Opiliones: Sclerosomatidae: Gagrellinae) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 1235-1256.
- García Zepeda, M. L. (1990). *Arañas del Parque Nacional "Lic. Eduardo Ruiz", de Uruapan, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- González-Santillán, E., Prendini, L. (2013). Redefinition and Generic Revision of the North American Vaejovid Scorpion Subfamily Syntropinae Kraepelin, 1905, with Descriptions of Six New Genera. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1-71.
- Guzmán-Pérez V. M. y Ponce-Saavedra, J. (2014). Actividad superficial de *Centruroides ornatus* Pocock, 1902 (Scorpiones: Buthidae) en época de lluvias en la cuenca de Cuitzeo. *Entomología Mexicana*, 1, 49-52.

- Jurado, V. C. M. (1990). *Inventario de Lepidópteros diurnos del Vivero Forestal "Lázaro Cárdenas", Municipio de Morelia, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Jurado, V. N. G. (1993). *Coleópteros de dos localidades de la rivera este del Lago de Cuitzeo. Morelia, Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Jurado, V. C. M. y Ponce Saavedra J. (1991). Mariposas diurnas del estado de Michoacán. *Revista Universidad Michoacana*, 2, 37-53.
- Martínez, O. B. N. (1997). *Odonatos del Estado de Michoacán*, Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Maya, M. A. (1999). *Mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) de tres localidades de la Tierra Caliente del Estado de Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Maya-Morales, J. y Jiménez, M. L. (2017) Revision of the funnel-web spider genus *Novalena* (Araneae: Agelenidae). *Zootaxa*, 5, 1-88.
- Mendoza Suárez, M. E. (1996). *Estudio araneofaunístico del Bosque "Lázaro Cárdenas", municipio de Morelia, Michoacán, México (Arachnida: Araneae y Scorpionida)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Miranda López, E. P., Ponce-Saavedra, J. y Francke, O. F. (2012). Una nueva especie de *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) del centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 966-975.
- Moreno Barajas, R. J. (1998). *Alacranes de cuatro localidades de la zona de transición a la Tierra Caliente de Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Ødegaard, F. (2008). How many species of arthropods? Erwin's estimate revised. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71, 583-597.
- Orozco, R. J. J. y Ponce-Saavedra, J. (1994). Alacranes del Municipio de Uruapan, Michoacán, México. *Biológicas*, 3, 77-83.
- Penagos Pérez, R. (1990). *Especies de alacranes y casos de alacranismo en Morelia, Michoacán y poblaciones circunvecinas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Peñaloza Bermúdez, R. (2000). *Arañas (Araneae: Araneidae, Salticidae, Tetragnathidae y Theridiidae) de cuatro localidades de la zona de transición a la Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
- Pérez, V. M. A. (2007). *Estudio faunístico de Coleoptera: Lamellicornia (Melolonthidae) del gradiente altitudinal Santa Fe de la Laguna-Cerro Tzirate, Municipio de Quiroga, Michoacán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

- Morelia, Michoacán, México.
- Ponce Saavedra, B. (1993). *Lepidópteros diurnos del Parque Nacional "Lic. Eduardo Ruiz" de Uruapan, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Ponce-Saavedra, J. (2003). Insectos y arácnidos. En: Madrigal S. X. *Atlas Geográfico del Estado de Michoacán*. Morelia, Michoacán, México. UMSNH y EDDISA.
- Ponce-Saavedra, J. (2003). *Ecología y Distribución del Género Centruroides Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae), en la Depresión del Balsas del Estado de Michoacán*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales, Santiago de Querétaro, México.
- Ponce-Saavedra, J. (2005). Insectos y Arácnidos. En: Villaseñor, G. L. E. (Ed). *La Biodiversidad en Michoacán, Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y el uso de la Biodiversidad; Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del Estado de Michoacán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Ponce-Saavedra, J. y Beutelspacher Baigts, C. R. (2001). *Alacranes de Michoacán*. Morelia, Michoacán, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Ponce-Saavedra, J. y Sissom, D. W. (2004). Description of a new species of the genus *Vaejovis* (Scorpiones, Vaejovidae) endemic to The Balsas Basin of Michoacan, Mexico. *Journal of Arachnology*, 32, 539-544.
- Ponce-Saavedra, J. y Francke, O. F. (2004). Una nueva especie de alacrán del género *Centruroides* Marx (1890) (Scorpiones: Buthidae) de la Depresión del Balsas, México., *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 20, 221-232.
- Ponce-Saavedra, J. y Moreno-Barajas, R. J. (2005). El género *Centruroides* Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae) en México. *Biológicas*, 7, 42-51.
- Ponce-Saavedra, J., Francke, O. F. y Suzán, H. (2006). Actividad superficial y utilización del hábitat por *Centruroides balsasensis* Ponce y Francke (Scorpiones: Buthidae). *Biológicas*, 8, 130-137.
- Ponce-Saavedra, J. y Francke, O. F. (2009). Descripción de una especie nueva de alacrán con importancia médica del género *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae) del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 647-658.
- Ponce-Saavedra, J. y Francke, O. F. (2011a). Nueva especie de alacrán del género *Centruroides* (Scorpiones, Buthidae) del estado de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 465-474.
- Ponce-Saavedra, J. y Francke, O. F. (2011b). Especie nueva de alacrán del género *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae) de la costa del estado de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1163-1175.
- Ponce-Saavedra, J. y Francke, O. F. (2013). Clave para la identificación de especies de alacranes del género *Centruroides* Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae) en el Centro Occidente de México. *Biológicas*, 15, 52-62.

- Ponce-Saavedra J. y Francke O. F. (2013). Actualización taxonómica sobre alacranes del Centro Occidente de México. *Dugesiana*, 20, 73-79.
- Ponce-Saavedra, J., Francke, O. F., Cano Camacho, H. y Hernández Calderón E. (2009). Evidencias morfológicas y moleculares que validan como especie a *Centruroides tecomanus* (Scorpiones, Buthidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 71-84.
- Ponce-Saavedra, J., Quijano Ravell, A. F., Teruel, R. y Francke B., O. F. (2015). Redescription of *Centruroides ornatus* Pocok, 1902 (Scorpiones: Buthidae), a montane scorpion from central Mexico. *Revista Ibérica de Aracnología*, 27, 81-89.
- Ponce-Saavedra, J., Francke O. F., Quijano-Ravell A. F. y Cortés-Santillán, R. (2016). Alacranes (Arachnida: Scorpiones) de importancia para la salud pública en México. *Folia Entomológica Mexicana* (n. s.), 2, 45-70.
- Quijano-Ravell, A. F. y Ponce-Saavedra, J. (2015). Estructura poblacional de *Centruroides ornatus* (Scorpiones: Buthidae) en la Cuenca de Cuitzeo, Michoacán. *Revista Ibérica de Aracnología*, 27, 35-44.
- Quijano-Ravell, A. F. y Ponce-Saavedra, J. (2016). A new species of scorpion *Centruroides* genus (Scorpiones: Buthidae) from the state of Michoacan, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 49-61.
- Quijano-Ravell, A. F., Ponce-Saavedra, J. y Francke, O. F. (2011). Ciclo de vida de *Hadrurus gertschi* Soleglad (Scorpiones, Iuridae) en una localidad del Estado de Guerrero, México. *Revista Ibérica de Aracnología*, 19, 133-145.
- Quijano-Ravell, A. F., Francke, O. F., Ponce-Saavedra, J. y Villaseñor-Ramos M. A. (2012) Caracterización de las madrigueras de *Hadrurus gertschi* Soleglad (Scorpiones: Iuridae) en una localidad de Guerrero, México. *Revista Ibérica de Aracnología*, 20, 45-55.
- Quijano-Ravell, A. F., Teruel, R. y Ponce-Saavedra, J. (2016). A new *Centruroides* Marx, 1890 (Scorpiones: Buthidae), from southern Guerrero State, Mexico. *Revista Ibérica de Aracnología*, 28, 25-34.
- Rosas, E. M. V. (1998). *Mariposas de cuatro localidades de la zona de transición a la Tierra Caliente de Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Santibáñez-López, C. E. y Ponce-Saavedra, J. (2009). A new species of *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae) from the northern mountain range of Oaxaca, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 321-331.
- Santibáñez-López, C. E., Francke, O. F. y Prendini, L. (2014). *Kolotl*, n. gen. (Scorpiones: Diplocentridae), a new scorpion genus from México. *American Museum novitates*, 3815.
- Stork, N. E., McBroom, J., Gely, C. y Hamilton, A. J. (2015). New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. USA, 8112, 7519-7523.

- Teruel, R., Ponce-Saavedra, J. y Quijano Ravell, A. F. (2015). Redescription of *Centruroides noxius* and description of a closely related new species from western Mexico (Scorpiones: Buthidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 896–911.
- Triplehorn, C. A. y Johnson, N. F. (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of insects*. USA, Thomson Brooks/Cole.
- Ubick, D., Paquin, P., Cushing, P. E. y Roth, V. (Eds.). (2005). *Spiders of North America: an identification manual*. USA. American Arachnological Society.
- Villaseñor Ramos, M. A. (1995). *Mariposas del Sureste de la Ciudad de Morelia, Michoacán, México (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea)*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- World Spider Catalog (2018). *World Spider Catalog. Natural History Museum Bern*, online. Recuperado el 10 de marzo de 2018 de <http://wsc.nmbe.ch>, version 19.0.
- Zamora, V. M. C. (2015). *Fauna y diversidad de Scarabaeoidea (Insecta: Coleóptera) del cerro "El Águila", Municipio de Morelia, Michoacán*. Tesis de Maestría. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.





Colección de Peces y Accesorias

XAVIER MADRIGAL-GURIDI, RODOLFO PÉREZ-RODRÍGUEZ,
MARTINA MEDINA-NAVA Y OMAR DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ

RESUMEN

La Colección de Peces de la Universidad Michoacana (CPUM, SEMARNAT Clave: MICH.-PEC-227-07-09) consta de 14,104 lotes con 146,780 organismos colectados desde 1976. Es producto de tesis de licenciatura y posgrado, así como de proyectos de investigación cuyos resultados han sido publicados en revistas científicas arbitradas y capítulos de libros, nacionales e internacionales, en colaboración con investigadores nacionales y extranjeros. Su objetivo es preservar organismos para la investigación en taxonomía, anatomía, biogeografía, ecología, conservación, biología molecular y apoyar actividades de divulgación y docencia. Además, la CPUM incluye una colección accesoria de tejidos con 70,000 muestras preservadas en congeladores y una colección viva de especies de peces en peligro de extinción. La mayoría de los especímenes pertenecen a la Clase Osteichthyes, aunque también alberga organismos de las clases Chondrichthyes y Cephalaspidomorphi. La CPUM incluye especies procedentes de las 32 entidades federativas del país, así como de Guatemala, Belice, Colombia, Cuba, Venezuela, Costa Rica, Panamá, El Salvador y Ecuador, incluyendo las Islas del Coco, Revillagigedo y Galápagos. Posee el resguardo de seis holotipos y 140 paratipos de las especies *Zoogoneticus purepechus*, *Algansea amecae*, *Yuriria amatlana*, *Notropis marhabatiensis*, *N. grandis*, *Xenotoca lyonsi* y *X. doadrioi*. Con diversos proyectos de investigación, se han capturado en el Sistema de Información Biotica 5.0, de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad 8,407 lotes, 134,057 organismos, 38 órdenes, 132 familias, 890 especies, 686 lotes pertenecientes al medio estuarino, 2,610 al medio marino y 5,111 al dulceacuícola. El acervo se encuentra resguardado en un área para tal propósito de 72m² dentro del Laboratorio de Biología Acuática, y los ejemplares están depositados en frascos de cristal en alcohol al 70%, ubicados en estantería metálica. La CPUM cuenta además con un laboratorio húmedo para procesamiento de muestras, y área de microscopía y cómputo.

INTRODUCCIÓN

En México se han registrado un total de 2,763 especies de peces, que representan aproximadamente un 10% de las especies marinas, estuarinas y dulceacuícolas conocidas en el mundo (Espinosa-Pérez, 2014). Las costas del país están bañadas por el Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe, con características singulares que permiten la existencia de ecosistemas muy diversos. En los ecosistemas de aguas epicontinentales se presentan importantes diferencias ambientales entre manantiales, ríos, embalses, lagos, humedales, esteros y lagunas. La necesidad de conocer la gran diversidad de peces de México y comprender los complejos procesos que les han dado origen, así como la urgencia de generar estrategias para su adecuado manejo y conservación, han motivado la creación de numerosas colecciones ictiológicas. Entre las funciones de estas colecciones están: recolectar, curar y preservar ejemplares representativos de la ictiofauna; determinar las diferentes especies que constituyen su acervo; proporcionar información fidedigna sobre la diversidad ictiofaunística del país; conocer el área de distribución de los organismos; registrar la introducción de especies exóticas; proporcionar material comparativo para la determinación y descripción de nuevas especies; generar y publicar información especializada en el campo de la ictiología; documentar las extensiones o retracciones en el área de distribución de los organismos; monitorear las especies amenazadas y en peligro de extinción; generar bases de datos y bancos de imágenes; prestar o intercambiar ejemplares con otras colecciones, así como formar nuevos profesionistas (Madrigal Guridi y Domínguez Domínguez, 2016).

RESEÑA HISTÓRICA DE LA CPUM

La diversidad de ambientes acuáticos y la riqueza de especies de peces presentes en Michoacán han generado gran interés por conocer su ictiofauna. Por esta razón, en 1976, en la antigua Escuela de Biología de la UMSNH, se gestó un macroproyecto que tuvo como objetivo conocer los recursos naturales del Estado de Michoacán, dentro del cual se propuso el sub-proyecto “Ecología del Lago de Cuitzeo”, a cargo del M.C. Julián Javier Alvarado Díaz. A partir de ese año se inicia la Colección de Peces de la Universidad Michoacana (CPUM), siendo los primeros registros de localidades situadas alrededor del lago de Cuitzeo, del Río Grande de Morelia y manantiales de su cuenca. El “Grupo de Colección de Peces” iniciado por el M.C. Javier Alvarado Díaz, estuvo formado por estudiantes y tesisistas que incorporaron más de 1,000 lotes a la CPUM (un lote está conformado por uno o varios organismos pertenecientes a la misma especie, recolectados en una localidad en particular y en la misma fecha). En este periodo destaca la participación del Dr. Arturo Chacón Torres y el biólogo Esteban González Luna, así como numerosos estudiantes y egresados de la Escuela de Biología que colaboraron de forma temporal en las recolectas (Fig. 1).



Figura 1. Acervo de la Colección de Peces de la Universidad Michoacana (CPUM). Los especímenes en la colección son una fuente sumamente valiosa de información para estudios muy diversos, (GV).

Este grupo estuvo activo hasta 1987, cuando la CPUM entró en un periodo de escasa actividad, ya que no contaba con un encargado y su acervo estaba empacado en cajas de cartón en espera de un espacio adecuado para su correcto almacenamiento. El registro de los especímenes se concentraba en una libreta, ya que se carecía de equipo de cómputo.

En el año de 1998, con la incorporación del entonces biólogo Omar Domínguez Domínguez y algunos estudiantes, se reanuda las recolectas en la región centro-occidente de México, incorporando numerosos lotes de organismos e iniciando además la colección viva de peces en peligro de extinción. Posteriormente, en el año 2000, se inició la colección adjunta de tejidos. En ese momento la CPUM ya contaba con un espacio propio en el edificio del Laboratorio de

Biología Acuática de la ahora Facultad de Biología. Durante este lapso estuvieron a cargo las doctoras Ma. Virginia Segura García y Martina Medina Nava.

Entre los años de 2002 a 2008 se incrementó el número de lotes provenientes de distintos estados de la República Mexicana y Centro América, con la incorporación de colectas realizadas por los estudiantes de posgrado Omar Domínguez y Rodolfo Pérez Rodríguez. Posteriormente, el acervo de la colección se amplió con colectas de Sudamérica y las Antillas con el apoyo de numerosos proyectos de investigación (Fig. 2).

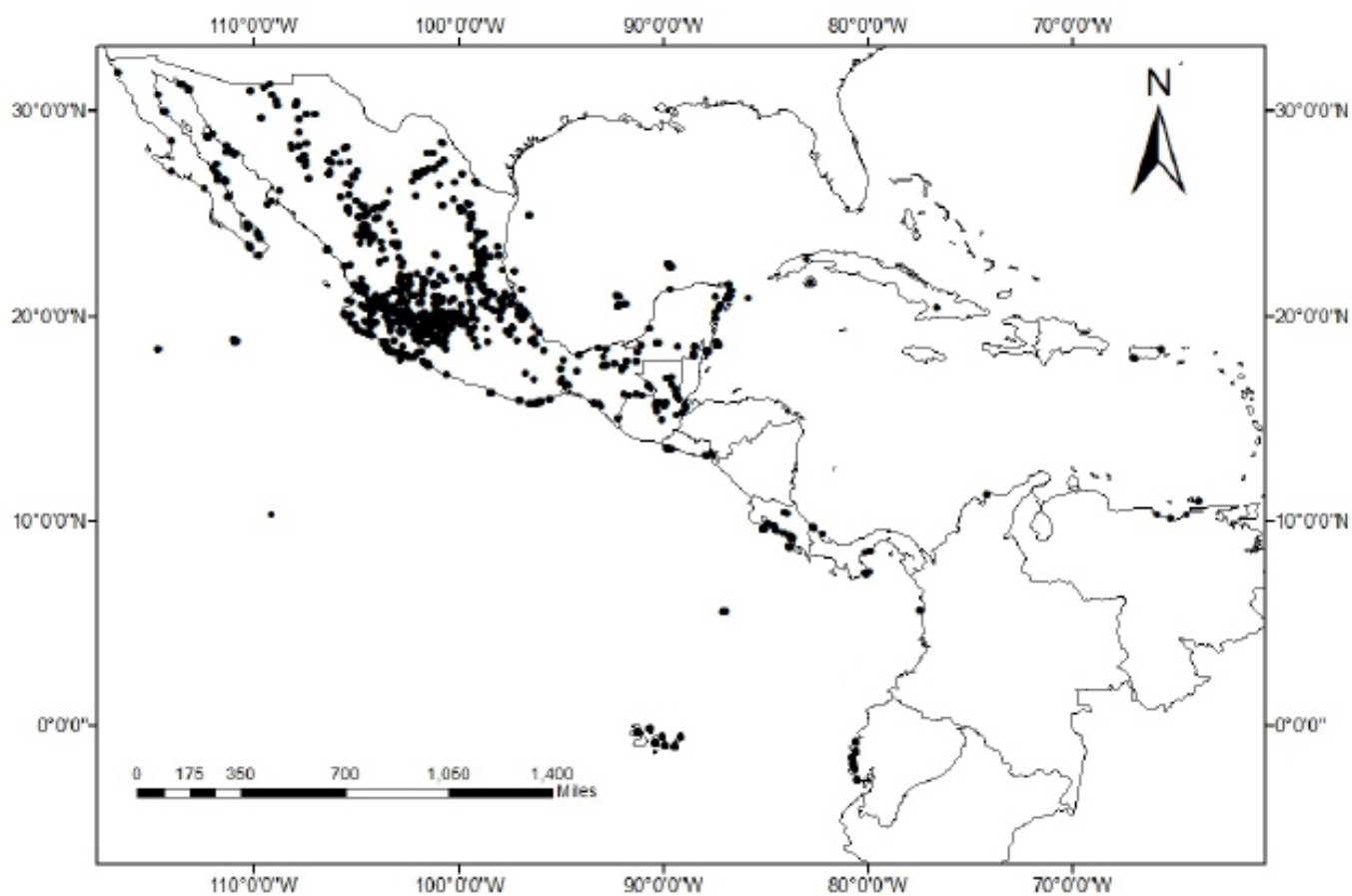


Figura 2. Sitios donde se han recolectado organismos que se encuentran depositados en la CPUM, (LFMG).

En el año 2007, el M.C. Xavier Madrigal Guridi se incorporó como curador responsable, y en 2009 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales otorgó el registro de Colección Científica a la CPUM con la clave MICH.-PEC-227-07-09. Para responder al incremento en el número de lotes y colecciones adjuntas y para incorporar nuevos estudiantes e investigadores, se habilitó un área de cómputo y microscopía (Fig. 3) y una para el procesamiento de muestras húmedas provenientes de campo. Así mismo, se creó el módulo de biología evolutiva y conservación para análisis genéticos y morfológicos. Para la captura de los organismos se diversificaron las artes de pesca a la par de los sistemas acuáticos que se visitaban, destacando el empleo de equipo de buceo SCUBA (Madrigal Guridi y Domínguez Domínguez, 2016). En el año 2015 se incorpora el Dr. Rodolfo Pérez Rodríguez como nuevo curador de la colección, dando continuidad y reforzando las diferentes actividades que en ella se realizan.



Figura 3. Área de cómputo y microscopía de la CPUM, (GV).

CARACTERÍSTICAS DEL ACERVO DE LA CPUM

La CPUM actualmente tiene bajo su resguardo 14,104 lotes con 146,780 organismos, recolectados durante la realización de más de 150 trabajos de tesis y alrededor de 35 proyectos de investigación, permitiendo la publicación de más de 70 artículos científicos en revistas indizadas. El acervo de la CPUM cuenta con 836 especies de peces, correspondientes a 131 familias de la clase Osteichthyes; 17 especies pertenecientes a 15 familias de la clase Chondrichthyes y una especie de la clase Cephalaspidomorphi. En total la CPUM alberga organismos de 38 órdenes, siendo los Perciformes, Cyprinodontiformes y Cypriniformes los mejor representados. Estos ejemplares han sido recolectados en las 32 entidades federativas de la República Mexicana así como en Ecuador, Venezuela, El Salvador, Guatemala, Belice, Colombia, Costa Rica, Cuba, Puerto Rico y Panamá (Fig. 2). Además, posee bajo su resguardo seis holotipos y 140 paratipos de las especies *Yuriria amatlana* (Fig. 4) (Domínguez-Domínguez et al., 2007), *Zoogoneticus purepechus* (Domínguez-Domínguez et al., 2008), *Algansea amecae* (Pérez-Rodríguez et al., 2009), *Notropis marhabatiensis* y *Notropis grandis* (Domínguez-Domínguez et al., 2009), *Xenotoca lyonsi* y *Xenotoca doadrioi* (Fig. 5) (Domínguez-Domínguez et al., 2016).

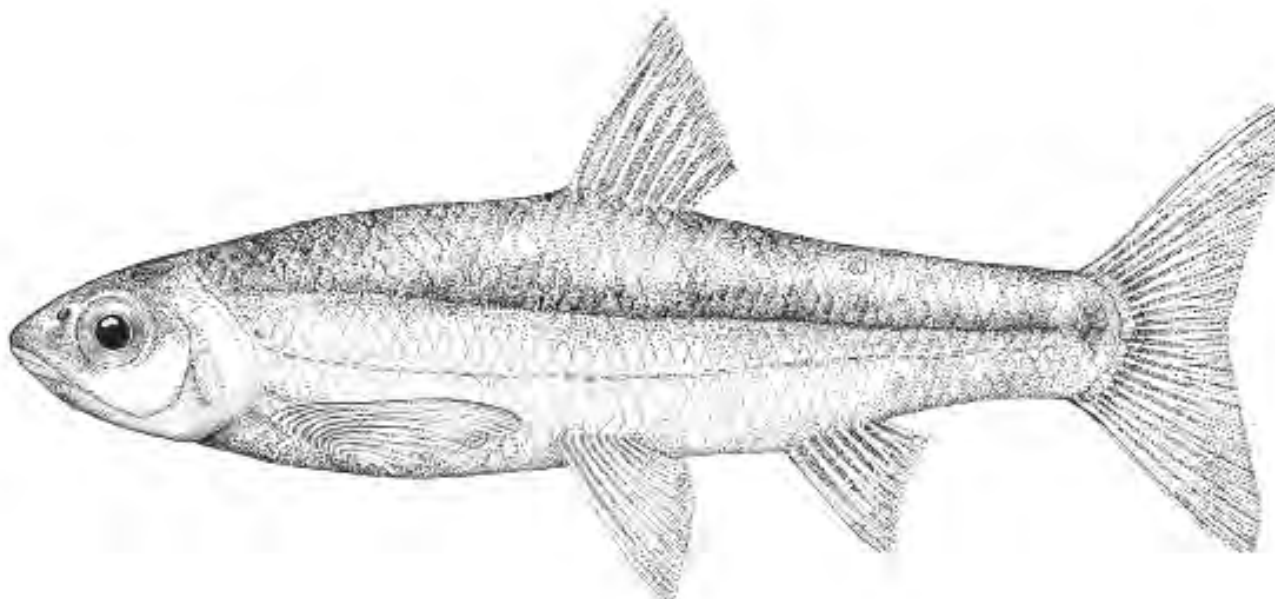


Figura 4. Holotipo de *Yuriria amatlana*. Ilustración de Aslam Narváez.

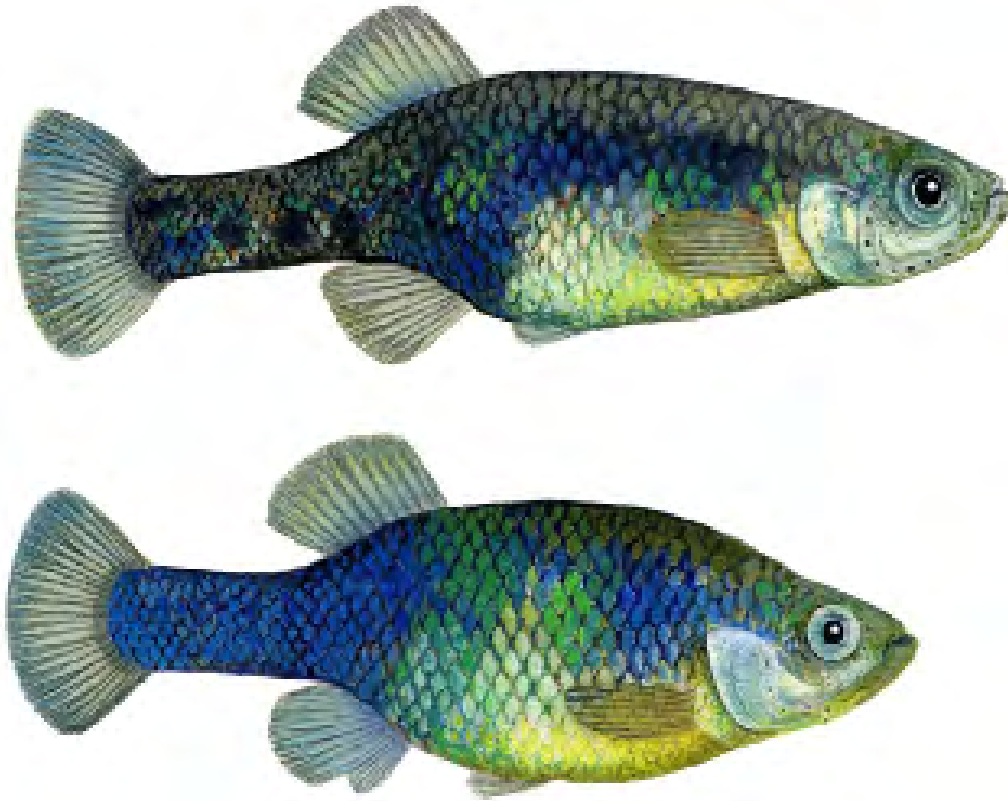


Figura 5. Paratipos de *X. doadrioi*, arriba hembra, abajo macho. Ilustración de Aslam Narváez.

Los organismos procedentes del medio marino en su mayoría han sido recolectados en zonas del intermareal rocoso, arrecifes rocosos y comunidades coralinas del Pacífico Oriental Tropical, desde Baja California hasta Ecuador, incluyendo importantes islas y archipiélagos como Revilla-gigedo, Galápagos e Isla del Coco. Además un número importante de recolectas proceden de los arrecifes coralinos del Sistema Arrecifal Mesoamericano y el Golfo de México (Fig. 2).

La gran mayoría de especímenes de la colección fueron fijados en formol y en algunos casos en alcohol, pero actualmente todos se encuentran preservados en alcohol. Para su almacenamiento final se emplean frascos de cristal, ordenados progresivamente en función de la fecha de recolecta en estantes metálicos, dentro de un espacio de 72 m², exclusivo para este fin (Fig. 6).

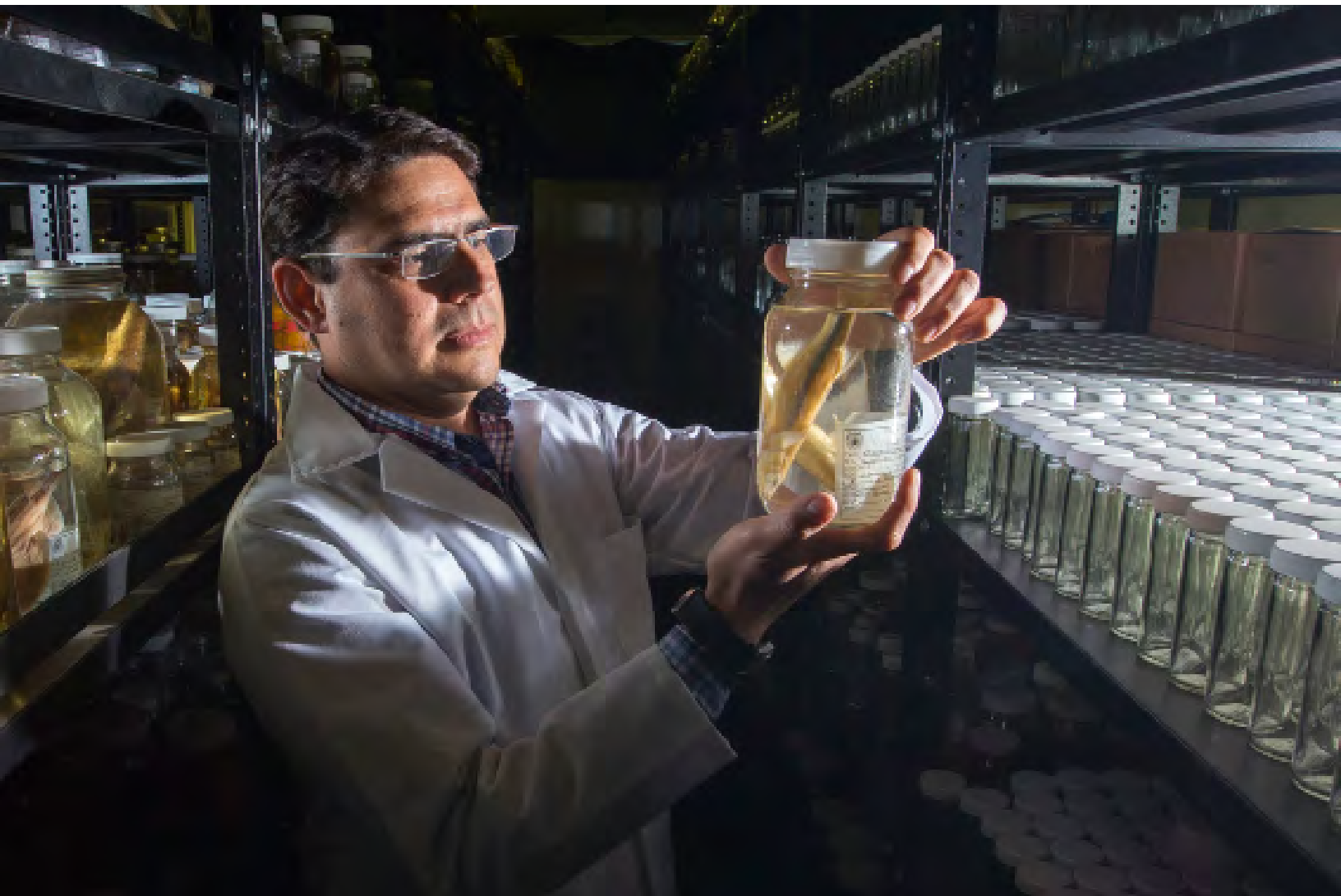


Figura 6. Especímenes debidamente preservados e inventariados dentro de la colección ictiológica, (GV).

Para el manejo y control interno de la CPUM y colecciones accesorias, se cuenta con información registrada en libretas de campo, además de una base de datos donde se emplea el programa Excel, la cual incluye los siguientes campos: número de catálogo CPUM, número de organismos, clase, orden, familia, género, especie, región hidrológica, cuenca, subcuenca, región marina, provincia marina, país, entidad federativa, municipio, tipo de hábitat, coordenadas, altitud, colectores, autoridad, cita de identificación, nombres vulgares en español e inglés, determinador, fecha de colecta, fijador, número de tejido, ubicación, copia de tejido, extracción ADN, genes secuenciados y observaciones.

El apoyo de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), ha propiciado que aproximadamente un 75% del acervo de la colección se encuentre capturado en el programa Biótica 5.0. Esto posiciona a la CPUM como una de las tres colecciones ictiológicas más importantes del país (Fig. 7).



Figura 7. El organizar la información de la colección en bases de datos permite hacerla accesible a otros expertos de manera eficiente, (GV).

El trabajo que se ha desarrollado en apoyo a la colección por más de 40 años ha posibilitado ampliar el conocimiento de la ictiofauna desde una perspectiva taxonómica, ecológica, evolutiva y económica, y ha permitido conocer su diversidad, distribución y estado de conservación, así como los ecosistemas que habita. Todo esto ha permitido la propuesta de acciones a corto y largo plazo para su conservación y uso sustentable.

HECHOS A DESTACAR DE LA CPUM

La CPUM puede ser considerada una colección pequeña si se compara con la Colección Ictiológica del Museo Smithsonian, en Washington, EUA, la cual se considera la más grande del mundo al contar con aproximadamente 540,000 lotes y alrededor de cuatro millones de especímenes (Smithsonian National Museum of Natural History, 2017). Sin embargo, a nivel Latinoamérica, los 14,104 lotes y 146,780 especímenes de la CPUM permiten que sea una de las más completas, ya que las colecciones latinoamericanas mejor representadas son: 1) la Colección Ictiológica del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica, en San José, Costa Rica, la cual cuenta con más de 18,200 lotes y 250,000 especímenes, conformado por material de 16 países y 1,433 especies (Angulo et al., 2016); 2) la Colección Ictiológica del Museo Alcide d'Orbigny, de Cochabamba, Bolivia, la cual cuenta con 13,450 lotes, representados por 559 especies recolectadas en ese país (Maldonado et al., 2016); 3) la Colección Ictiológica de la Universidad Mayor de San Marcos, Perú, con 49,000 lotes, 550,000 ejemplares y alrededor de 1,000 especies representadas (Ortega e Hidalgo, 2016); 4) la Colección del Museo de la Plata, en Buenos Aires, Argentina, la cual posee 11,000 lotes de peces marinos y dulceacuícolas, resguardando 28 holotipos y 407 paratipos (López et al., 2016) y por último 5) la Colección del Instituto Nacional de Biodiversidad de Ecuador, con alrededor de 17,500 ejemplares en 447 especies, con un holotipo y un paratipo resguardado (Valdiviezo-Rivera, 2016).

Por su parte, en México destacan las colecciones ictiológicas del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), en Chetumal, Quintana Roo, que cuenta con más de 5,209 lotes y 57,665 ejemplares, correspondientes a 475 especies (Valdez-Moreno y Schmitter-Soto, 2016). En el noroeste de México destaca la Colección Ictiológica de la Universidad Autónoma de Baja California, que cuenta con más de 2,916 lotes correspondientes a 42,238 ejemplares, representados por 115 familias y 443 especies (Ruiz-Campos et al., 2016). Otras colecciones de importancia son la Colección Nacional de Peces Dulceacuícolas Mexicanos, del Instituto Politécnico Nacional, que resguarda 14,464 lotes con aproximadamente 440,000 ejemplares y 535 especies (Soto-Galera et al., 2016), y la Colección Ictiológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, que resguarda más de 880,000 ejemplares de 1,151 especies en 21,586 lotes (Lozano-Vilano y García-Ramírez, 2016). La colección ictiológica mejor representada es la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la UNAM, la cual posee más de 170,000 ejemplares preservados, correspondientes a más de 1,500 especies que representan más del 50% de la diversidad registrada para México, albergando además 178 ejemplares tipo (Colección Nacional de Peces IBUNAM, 2017).

Prueba de la importancia de la CPUM como acervo científico, es el hecho de que para Michoacán se ha logrado identificar la presencia de 509 especies de peces, correspondientes a 109 familias y 288 géneros. De ellas, 487 son nativas y representan el 17.5% de la ictiofauna mexicana, las 22 especies restantes son introducidas o trasladadas. Esto ubica a Michoacán como uno de los estados con el mayor número de especies de peces registradas, siendo uno de los pocos estados que además resguarda la mayor parte de esta diversidad biológica en una colección científica. Además, se ha participado en proyectos de investigación, publicaciones, préstamo y donación de ejemplares, desarrollando vínculos de colaboración con nueve instituciones nacionales y 17 internacionales de cuatro continentes.

IMPACTO CIENTÍFICO Y SOCIAL DE LA CPUM

El objetivo de la CPUM es preservar organismos para realizar investigaciones en taxonomía, acuicultura, biogeografía, ecología, anatomía y biología molecular, encaminadas al conocimiento y conservación de este grupo de organismos, participar en el proceso de formación de nuevos profesionistas en el área de la ictiología, así como promover el conocimiento de los peces en estudiantes de diferentes niveles y sectores de la sociedad.

Al ser parte de una institución pública como la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la CPUM representa un bien público. De esta manera, tanto el material como la información asociada se encuentran disponibles para usuarios en cualquier parte del mundo.

En la CPUM se han realizado las descripciones de nuevas especies, cuyos holotipos y paratipos se encuentran bajo su resguardo (Figs. 4 y 5). También tiene bajo su resguardo el material biológico recolectado durante la realización de numerosas tesis, entre las que destacan aquellas enfocada a generar listados taxonómicos de peces arrecifales, crípticos, del intermareal rocoso, estuarinos y de importancia comercial en las costas y archipiélagos de América. También ha servido para estudios enfocados a comprender la evolución y biogeografía de los peces dulceacuícolas y marinos del continente americano y a analizar su estado de conservación, biología básica y ecología. Otra temática abordada es la de conocer el impacto y distribución de las especies introducidas y trasladadas en los cuerpos de agua de México. La participación en proyectos internacionales ha culminado en más de 70 publicaciones en grupos como Characidae (Ornelas-García et al., 2008); Goodeidae (Domínguez-Domínguez et al., 2010), Mugilidae (McMahan et al., 2012), Cyprinidae (Pérez-Rodríguez et al., 2009, 2015) Catostomidae (Pérez-Rodríguez et al., 2016) y Poeciliidae (Agorreta et al., 2013, Ramírez-García et al., 2017).

COLECCIONES ACCESORIAS DE LA CPUM

Colección de tejidos de la CPUM

La colección de tejidos de la CPUM es una colección accesoria constituida por más de 70,000 tejidos, musculares o de aletas, tomados de individuos pertenecientes a aproximadamente 1,500 especies de peces. La mayoría de los tejidos cuentan con organismos de referencia resguardados en la CPUM. La colección de tejidos es de gran utilidad para estudios de sistemática y biogeografía, y para las investigaciones sobre la variación genética, endogamia y flujo génico. Es imprescindible para los estudios de paternidad y en la conservación biológica, e incluso para el descubrimiento de nuevas especies, por lo que la colección de tejidos es una herramienta complementaria de gran valor en el trabajo ictiológico de la CPUM.



Figura 8. Un número muy importante de estudiantes realizan sus proyectos de investigación en temas ligados con el acervo de la Colección, (GV).

El protocolo de preservación del tejido es parte esencial de esta colección accesoria, puesto que la eficacia de los estudios moleculares depende de la calidad y cantidad de ADN que se logre aislar. Dicho protocolo comprende desde la toma de la muestra en campo, hasta la disposición final del tejido que se pretende conservar a largo plazo. Todos los organismos son cuidadosamente identificados y la mayoría están depositados en la CPUM. Ya determinados, se obtiene una muestra de aproximadamente 3 mm² de la aleta pectoral derecha y/o caudal, y se depositan en recipientes herméticos (crioviales) a una proporción de 1/3 de tejido/alcohol. Los datos de campo son vaciados a una base de datos en Excel que incluye los siguientes campos: número de tejido, ubicación, copia de tejido, número de catálogo CPUM, familia, género, especie, extracción ADN, genes secuenciados, localidad, municipio, estado, país, cuenca, colectores, fecha de colecta, coordenadas, altitud y observaciones. Finalmente, los tejidos debidamente etiquetados se preservan a -20° C. Paralelamente se lleva una colección de los ADN's aislados que se han obtenido en laboratorio, la cual es almacenada a -20° C y está disponible para su uso en cualquier momento. La función principal de la colección de tejido, como accesoria a la colección central, es la de proporcionar información genética complementaria del grupo en estudio.

El acervo genético, en conjunto con los organismos de referencia depositados en la CPUM, ha sido utilizado en diversos trabajos de tesis y publicaciones formales, principalmente de especies dulceacuícolas, entre las que destacan la descripción de nuevas especies y validación de distintos taxa, en la familia Cyprinidae: *Yuriria amatlana* (Domínguez et al., 2007b), *Notropis marhabatiensis*, *Notropis grandis* (Domínguez et al., 2009) y *Algansea amecae* (Pérez-Rodríguez et al., 2009a), así como el nuevo género *Tampichthys* (Schönhuth et al., 2008); en la familia Goodeidae: *Zoogoneticus purhepechus* (Domínguez et al., 2008), *Xenotoca doadrioi* y *Xenotoca lyonsi* (Domínguez-Domínguez et al., 2016); de la familia Poeciliidae (Langerhans et al., 2012). Así mismo, se han usado en estudios de biología evolutiva de las familias Atherinopsidae (Betancourt-Reséndes et al., 2018); Goodeidae (Doadrio y Domínguez, 2004; Domínguez-Domínguez et al., 2008, 2010), Characidae (Ornelas-García et al., 2008), Cyprinidae (Schönhuth et al., 2008, Pérez-Rodríguez et al., 2009b, Domínguez-Domínguez et al., 2011); Mugilidae (McMahan et al., 2012) y Poeciliidae (Agorreta et al., 2013, Beltrán-López et al., 2018), así como en estudios de conservación biológica (Domínguez-Domínguez et al., 2007a, Ornelas-García et al., 2012).

En lo que respecta a las investigaciones en especies marinas, estas iniciaron en 2009, por lo que el banco de tejido de estos organismos es reciente. Sin embargo representan el 85% de las muestras totales. Con dichas muestras se tienen en diferentes fases de desarrollo trabajos de biología evolutiva y filogeografía de especies de las familias Eleotridae, Gobiidae, Labrisomidae, Trypterigiidae, Scorpaenidae, Blennidae, Tetraodontidae, Haemulidae, Carangidae, Labridae, Pomacentridae y Serranidae, así como corroboraciones taxonómicas dudosas (Palacios-Morales et al., 2014).

Colección viva de peces en peligro de extinción

Una medida emergente y de acción rápida, que puede dar frutos a corto o mediano plazo, es la conservación *ex situ* de los organismos acuáticos, esto mientras se dan soluciones a la problemática ambiental, que evidentemente será a largo plazo. Por lo anterior, en 1998 nace el programa de mantenimiento en cautiverio de especies de peces en peligro de extinción dentro de las instalaciones del Laboratorio de Biología Acuática de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Fig. 9). Este programa tiene como principal objetivo resguardar de la extinción a las especies de peces más amenazadas, preservando una colección genética y ecológicamente viable a largo plazo.



Figura 9. Parte de las instalaciones de la colección viva de peces en peligro de extinción, (JMAA).

La colección cuenta con 41 especies de peces, principalmente de la familia Goodeidae y alrededor de 5,000 ejemplares vivos, incluyendo especies extintas en la naturaleza como *Skiffia francesae*, *Notorpis amecae* y *Zoogoneticus tequila* (Fig. 10), esta última extinta antes de su descripción en 1998. Actualmente se cuenta con 100 acuarios con capacidad para 20,000 litros, 31 tanques de concreto con capacidad de 180,000 litros y cuatro estanques rústicos de gran capacidad. En estas instalaciones se mantienen y reproducen con éxito la totalidad de las especies resguardadas, así como diversas poblaciones de algunas de las especies en mayor riesgo de extinción. Se desarrollan investigaciones encaminadas a conocer su biología y ecología básica, genética, su vulnerabilidad, las posibles causas de extinción o desaparición de algunas de ellas, su forma más adecuada de cultivo y las alternativas para la reintroducción y conservación *in situ*, todo ello dirigido a establecer prioridades de conservación y de esta forma aprovechar de mejor manera los recursos disponibles.

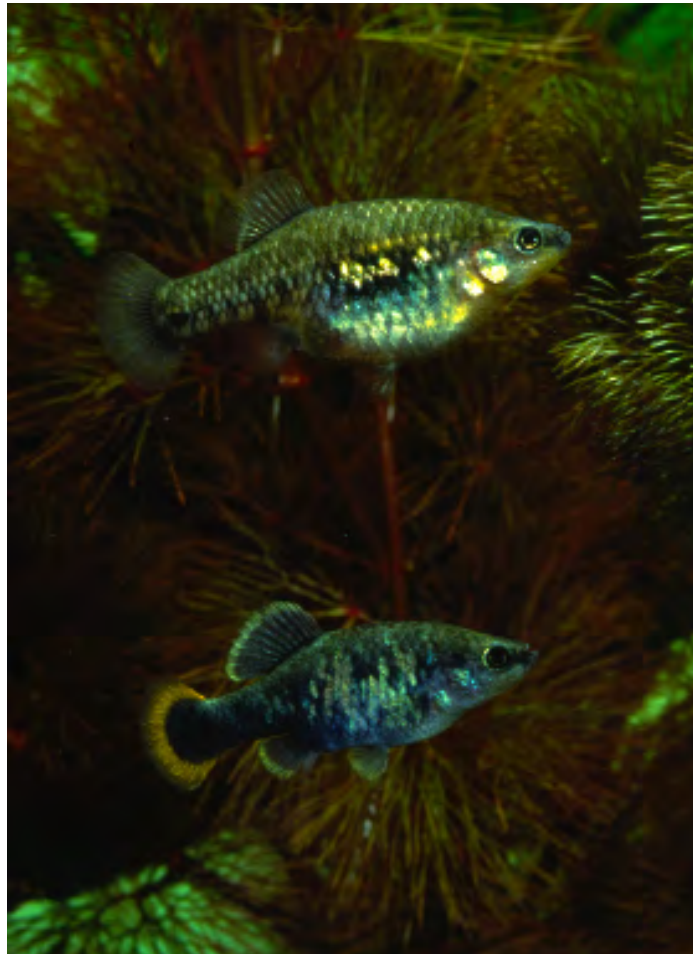


Figura 10. *Zoogoneticus tequila*, especie extinta en la naturaleza y la cual se ha reintroducido a su medio desde el año 2014, (JCM).

El proyecto de conservación ha generado alrededor de 15 artículos científicos y 10 de divulgación, así como más de 30 tesis de licenciatura y posgrado. Además, ha fomentado el intercambio de información y organismos con 34 centros de investigación, universidades, asociaciones no gubernamentales y zoológicos en 15 países de todos los continentes, lo que ha incentivado el esfuerzo internacional en pro de la conservación de distintas especies de peces.

A pesar de todos estos esfuerzos, se debe estar consciente que el mantenimiento en cautiverio no es una solución al problema de conservación que enfrentan los peces, y que esto sólo representa una herramienta de acción rápida y de alcances limitados que debe ser acompañada por acciones directas en los cuerpos de agua, que permitan la conservación de los ecosistemas donde habitan y con ello de su fauna y sus servicios ecológicos asociados. Por esto se han planteado proyectos colaterales que involucran el uso racional y sostenible de los ecosistemas acuáticos de la región y que conlleven a su conservación a largo plazo, tal es el caso de la obtención de biotecnologías en el cultivo de especies de importancia comercial o “especies sombrilla”, como es el caso del pescado blanco *Chirostoma estor* para Pátzcuaro, la salamandra *Ambystoma andersoni*, de Zacapu, y *A. dumerili*, de Pátzcuaro. De igual forma, a partir del año 2014 se logró reintroducir y regresar a su medio natural a dos especies extintas: *Zoogoneticus tequila* (Fig. 10) y *Notropis amecae*. Esto a través de un proyecto multidisciplinario apoyado por 14 organizaciones de seis países. En la actualidad estas especies nuevamente crecen y se reproducen en los manantiales y afluentes de la cabecera del Río Teucitlán, en Jalisco, de donde desaparecieron hace más de 20 años.

Otras actividades que se han derivado de la creación de la colección de peces vivos es el ubicar, proponer y promover la creación de zonas de protección para la diversidad de estos y otros organismos que habitan los cuerpos de agua dulce del centro de México, tal es el caso de la creación de las reservas del Lago de Zacapu y el manantial de La Mintzita, regiones que albergan una alta diversidad de especies de peces, cuya cercanía con zonas urbanas las pone en grave riesgo de desaparecer en caso de no ser protegidas por la legislación nacional.

Por otro lado, se ha trabajado de manera importante en programas de divulgación científica en educación ambiental mediante exposiciones temporales, visitas al laboratorio o actividades de campo en escuelas y plazas públicas. Estas actividades van encaminadas a concientizar a la sociedad en términos de la importancia que tiene la conservación de las especies de peces y así fomentar el conocimiento y respeto por la ictiofauna nativa.

REFERENCIAS

- Agorreta A., Domínguez-Domínguez, O., Reina, R. G., Miranda, R., Bermingham, E. y Doadrio, I. (2013). Phylogenetic relationships and biogeography of Pseudoxiphophorus (Teleostei: Poeciliidae) base on mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 66, 80-90.
- Angulo, A., López, M., Bussing, W. y Ramírez-Cohi, A. R. (2016). Colección Ictiológica del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica. En L. F. Del Moral-Flores, A. J. Ramírez-Villalobos, J. A. Martínez-Pérez, A. F. González-Acosta y J. Franco-López (Eds.), *Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica* (pp. 70-82). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM /Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C., México.
- Beltrán-López, R. G., Domínguez-Domínguez, O., Pérez-Rodríguez, R., Piller K. y Doadrio, I. Evolving in the highlands: The case of the Neotropical Lerma live-bearing Poeciliopsis infans (Woolman, 1894) (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in central Mexico. *BMC Evolutionary Biology*. In press.
- Betancourt-Resendes, I., Pérez-Rodríguez, R. y Domínguez-Domínguez, O. Speciation of silverside *Chirostoma attenuatum* (Pisces: Atheriniformes) in Central Mexico. *Journal Systematics and Evolutionary Research*. In press.
- Colección Nacional de Peces IBUNAM. (2017). Última fecha de consulta: 7 de febrero de 2018. <http://www.ibiologia.unam.mx/peces/Acervo.html>.
- Doadrio, I. y Domínguez-Domínguez, O. (2004). Phylogenetic relationships within the fish family Goodeidae based on cytochrome b sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31, 416-430.
- Domínguez-Domínguez O., Pompa-Domínguez, A. y Doadrio, I. (2007). A new species of the genus *Yuriria* Jordan y Evermann, 1896 (Actinopterygii, Cyprinidae) from the Ameca basin of the Central Mexican Plateau. *Graellsia*, 63, 259-271.
- Domínguez-Domínguez O., Pérez-Rodríguez, R., Escalera-Vázquez, L. H. y Doadrio, I. (2009). Two new species of the genus *Notropis* Rafinesque, 1817 (Actinopterygii, Cyprinidae) from the Lerma River Basin in Central Mexico. *Hidrobiológica*, 19, 159-172.
- Domínguez-Domínguez O., Pérez-Rodríguez, R. y Doadrio, I. (2008). Morphological and genetic comparative analyses of populations of *Zoogoneticus quitzeoensis* (Bean, 1898) (Cyprinodontiformes: Goodeidae) from central Mexico, with description of a new species. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79, 373-383.
- Domínguez-Domínguez O., Pérez-Rodríguez, R. y Doadrio, I. (2008). Morphological and genetic comparative analyses of populations of *Zoogoneticus quitzeoensis* (Bean, 1898) (Cyprinodontiformes: Goodeidae) from central Mexico, with description of a new species. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79, 373-383.
- Domínguez-Domínguez, O., Alda, F., Pérez-Ponce De León, G., García Garitagoitia, J. L. y Doadrio, I. (2008a). Evolutionary history of the endangered fish *Zoogoneticus quitzeoensis* (Beab, 1898) (Cyprinodontiformes: Goodeidae) using a sequential approach to phylogeography based on mitochondrial and nuclear DNA data. *BMC Evolutionary Biology*, 8, 161.

- Domínguez-Domínguez, O., Vila, M., Pérez-Rodríguez, R., Remón, N. y Doadrio, I. (2011). Complex evolutionary history of the Mexican stoneroller *Campostoma ornatum* Girard, 1856 (Actinopterygii: Cyprinidae). *BMC Evolutionary Biology*, 11, 153.
- Domínguez-Domínguez, O., Pérez-Rodríguez, R., Escalera-Vázquez, L.H. y Doadrio, I. (2009). Two new species of the genus *Notropis* Rafinesque, 1817 (Actinopterygii, Cyprinidae) from the Lerma River Basin in Central Mexico. *Hidrobiológica*, 19, 159-172.
- Espinosa-Pérez, H. (2014). Biodiversidad de peces en México. *Revista Mexicana Biodiversidad*, 85, 450-459.
- Langerhans, R. B., Gifford, M. E., Domínguez-Domínguez, O., García Bedoya, D. y Dewitt, T.J. (2012). *Gambusia quadruncus* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae): a new species of mosquitofish from east-central México. *Journal of Fish Biology*, 81, 1514-1539.
- López, H. L., Miquelarena, A. A. y Nadalin, D. (2016). Pasado y presente de la Colección Ictiológica del Museo de la Plata, Argentina. En L. F. Del Moral-Flores, A. J. Ramírez-Villalobos, J. A. Martínez-Pérez, A. F. González-Acosta y J. Franco-López (Eds.), *Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica* (pp. 1-11). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM /Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C., México.
- Lozano-Vilano, M. y García-Ramírez, M. E. (2016). Historia de la Colección Ictiológica de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. En L. F. Del Moral-Flores, A. J. Ramírez-Villalobos, J. A. Martínez-Pérez, A. F. González-Acosta y J. Franco-López (Eds.), *Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica* (pp. 294-305). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM /Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C., México.
- Madrigal-Guridi, X. y Domínguez-Domínguez, O. (2016). Colección de peces de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. En L. F. Del Moral-Flores, A. J. Ramírez-Villalobos, J. A. Martínez-Pérez, A. F. González-Acosta y J. Franco-López (Eds.), *Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica* (pp. 176-186). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM /Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C., México.
- McMahan, C., Davis, M. P., Domínguez-Domínguez, O., García de León, F. J., Doadrio, I. y Piller, K.R. (2013). From the mountains to the sea: phylogeography and cryptic diversity within the mountain mullet, *Agonostomus moticola* (Teleostei: Mugilidae). *Journal of Biogeography*, 40, 294-904.
- Maldonado, M., Céspedes, R., Zeballos, A. J. y Carvajal-Vallejos, F. M. (2016). Colección Ictiológica UMSS-MUSEO Alcide d'Orbigny (Cochabambab, Bolivia). En L. F. Del Moral-Flores, A. J. Ramírez-Villalobos, J. A. Martínez-Pérez, A. F. González-Acosta y J. Franco-López (Eds.), *Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica* (pp. 42-49). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM / Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C., México.
- Ornelas-García C. P., Domínguez-Domínguez, O. e Doadrio, I. (2008). Evolutionary history of the genus *Astyanax* Baird y Girard (1854) (Actinopterygii, Characidae) in Mesoamerica reveals multiple morphological homoplasies. *BMC Evolutionary Biology*, 8, 340-357.
- Ornelas-García, C. P., Alda, F., Díaz-Pardo, E., Gutiérrez-Hernández, A. y Doadrio, I. (2012). Genetic diversity shaped by historical and recent factors in the live-bearing twoline skiffia *Neotoca bilineata*. *Journal of Fish Biology*, 81, 1963-1984.

- Ortega, H. y Hidalgo, M. (2016). Colección Ictiológica MUSM, Lima, Perú. En L. F. Del Moral-Flores, A. J. Ramírez-Villalobos, J. A. Martínez-Pérez, A. F. González-Acosta y J. Franco-López (Eds.), *Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica* (pp. 388-399). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM /Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C., México.
- Palacios-Morales, G., Torres-Hernández, E., Campos-Mendoza, A. y Domínguez-Domínguez, O. (2014). Corroboración taxonómica y genética de la presencia del ballesta enmascarado *Sufflamen fraenatum* (Balistidae) para la costa de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 641-644.
- Pérez-Rodríguez R., Pérez-Ponce de León, G., Domínguez-Domínguez, O. y Doadrio, I. (2009). A new species of the genus *Algansea* Girard, 1856 (Actinopterygii: Cyprinidae) from the Ameca River basin, in Central Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 483- 490.
- Pérez-Rodríguez, R., Domínguez-Domínguez, O., Pérez-Ponce de León, G. y Doadrio, I. (2009a). Phylogenetic relationships and biogeography of the genus *Algansea* Girard 1856 (Cypriniformes: Cyprinidae) from central Mexico inferred from molecular data. *BMC Evolutionary Biology*, 9, 223.
- Ruiz-Campos, G., Ramírez-Valdez, J. A., González-Acosta, A. F. y Valles-Ríos, M. E. (2016). Colección Ictiológica de la Universidad Autónoma de Baja California. En L. F. del Moral-Flores, A. J. Ramírez-Villalobos, J. A. Martínez-Pérez, A. F. González-Acosta y J. Franco-López (Eds.), *Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica* (pp. 334-357). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM /Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C., México.
- Schönhuth, S., Doadrio, I., Domínguez-Domínguez, O., Hillis, D. y Mayden, R. L. (2008). Molecular evolution of Southern North American Cyprinidae (Actinopterygii), with the description of the new genus *Tampichthys* from central México. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 47, 729-756.
- Smithsonian National Museum of Natural History, (2017). Fecha de consulta: 7 de febrero de 2018. <http://vertebrates.si.edu/fishes/>.
- Soto-Galera, E., Alcántara-Soria, L. y Paulo-Maya, J. (2016). Colección Nacional de Peces Dulceacuícolas Mexicanos, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. En L. F. Del Moral-Flores, A. J. Ramírez-Villalobos, J. A. Martínez-Pérez, A. F. González-Acosta y J. Franco-López (Eds.), *Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica* (pp. 230-240). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM /Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C., México.
- Valdiviezo-Rivera, J. (2016). Colección Ictiológica del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales del Instituto Nacional de Biodiversidad. En L. F. Del Moral-Flores, A. J. Ramírez-Villalobos, J. A. Martínez-Pérez, A. F. González-Acosta y J. Franco-López (Eds.), *Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica* (pp. 107-117). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM /Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C., México.
- Valdez-Moreno, M. E. y Schmitter-Soto, J. J. (2016). Colección de peces de ECOSUR (Acrónimo Eco-Ch). En L. F. del Moral-Flores, A. J. Ramírez-Villalobos, J. A. Martínez-Pérez, A.F. González-Acosta y J. Franco-López (Eds.), *Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica* (pp. 326-333). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM /Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C., México.







Colección Herpetológica

IRERI SUAZO-ORTUÑO, JAVIER ALVARADO-DÍAZ
Y JONATAN TORRES-PÉREZ-COETO

RESUMEN

En la actualidad existen más de 18 mil especies de anfibios y reptiles. A este grupo de especies se les denomina herpetofauna. En el caso de México, la herpetofauna contribuye a ubicarlo entre los países más diversos de la Tierra, ya que cuenta con 1,240 especies que lo posicionan en el quinto lugar en anfibios y el segundo lugar en reptiles a nivel mundial. Esta riqueza herpetofaunística, el potencial de describir nuevas especies y el inminente riesgo de extinción que enfrentan muchas especies de anfibios y reptiles debido a las actividades humanas, hace prioritaria su investigación y conservación. En tal sentido las colecciones científicas son imprescindibles para esta labor. La colección Herpetológica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, está dedicada a resguardar ejemplares de anfibios y reptiles que habitan principalmente en el estado de Michoacán y la región centro occidente del país. En 1978, en la entonces Escuela de Biología de la UMSNH, se esboza lo que sería posteriormente la Colección Herpetológica de la Universidad Michoacana (CHUM). A partir de 1996 se inicia la etapa de consolidación de la CHUM, con la asignación de un espacio físico para la misma en el Laboratorio de Herpetología del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales de la Universidad Michoacana.

En el año 2015 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales otorga el registro de colección científica a la CHUM, con la clave DF-CC-292-15. La CHUM tiene actualmente bajo su resguardo 1,710 ejemplares pertenecientes a 192 especies de anfibios y reptiles, que representan el 87% de las especies registradas para el estado. Estos ejemplares han sido recolectados como parte del estudio sobre la composición de las comunidades herpetofaunísticas en las diversas regiones fisiográficas del estado de Michoacán. La CHUM ha servido de referencia para la publicación de más de 60 artículos en revistas con arbitraje e indizadas, y alrededor de 10 artículos en revistas de divulgación, y más de 70 estudiantes han completado sus tesis de licenciatura, maestría o doctorado. La colección cuenta entre sus ejemplares resguardados con un holotipo y cinco paratipos de la cascabel bandeada del Tancítaro (*Crotalus tancitarensis*).



Figura 1. Lagartija microendémica de la Cuenca del Balsas (*Ctenosaura clarki*). Especie inofensiva listada como “Amenazada” según la NOM-059-2010, debido a la destrucción de su hábitat y a que es considerada como una especie venenosa en casi todo su rango de distribución, (JAD).

INTRODUCCIÓN

Los anfibios y reptiles representan a los vertebrados terrestres más antiguos que existen sobre la tierra y en conjunto comprenden más de 18 mil especies; 7,829 especies de anfibios y 10,711 especies de reptiles (<https://amphibiaweb.org/> y <http://www.reptile-database.org/> consultadas el 18 de marzo de 2018). Los anfibios modernos se caracterizan por tener una piel lisa y muy vascularizada que facilita el intercambio de gases y que incluye glándulas mucosas y lechosas que humectan la piel y secretan toxinas como defensa. También tienen un huevo sin membranas extraembrionarias, por lo que dependen de ambientes húmedos para evitar la desecación. Los reptiles, por su parte, se caracterizan por presentar un huevo amniota (con membranas extraembrionarias), con escamas o placas epidérmicas; con garras en los dedos, generalmente con 4 extremidades, aunque algunas especies presentan reducción o pérdida de las mismas (ej. algunas lagartijas, anfisbaenios y las serpientes) y sin paladar secundario, excepto en cocodrilos (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014; Parra-Olea et al., 2014). A este grupo de especies se les denomina herpetofauna. En el caso de México, la herpetofauna contribuye a ubicarlo entre los países más diversos de la Tierra, ya que cuenta con 376 especies de anfibios y 864 de reptiles, que lo posicionan en el quinto lugar en anfibios y el segundo lugar en reptiles a nivel mundial (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014; Parra-Olea et al., 2014). Adicionalmente, la herpetofauna mexicana también es rica en endemismos, con 252 especies de anfibios y 493 especies de reptiles (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014; Parra-Olea et al., 2014). Aunque los estudios herpetofaunísticos se iniciaron en México en el tiempo de la Colonia, fue hasta mediados del Siglo XX cuando estos se incrementaron considerablemente, registrándose cada vez más nuevas especies para México. No obstante lo anterior, las pendientes positivas del incremento acumulado de especies tanto de anfibios como de reptiles indican que aún seguirán describiéndose nuevas especies para el país (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004).

La riqueza herpetofaunística de México, el potencial de describir nuevas especies y el inminente riesgo de extinción que enfrentan muchas especies de anfibios y reptiles, debido a la pérdida, modificación y contaminación de los hábitats por el efecto directo o indirecto de las actividades humanas (Pereira et al., 2012), hace prioritario que las universidades, museos de historia natural y centros de investigación, fortalezcan la investigación y conservación de la gran diversidad que posee el país, incluyendo la diversidad herpetofaunística, para garantizar un desarrollo sustentable. En tal sentido las colecciones científicas son imprescindibles para esta labor, puesto que en ellas se sustenta mucho del conocimiento científico al constituirse como centros que proporcionan información sobre la distribución, descripción de nuevas especies, historia natural, así como de la variación geográfica y temporal de los individuos, poblaciones y especies. Adicionalmente, ante el cambio global que están enfrentando las especies, las co-

lecciones científicas cobran mayor importancia ya que serán punto de referencia para evaluar cambios en la distribución de las especies, extinciones locales, acumulación de contaminantes, enfermedades emergentes, invasiones biológicas, etc.



Figura 2. Serpiente de cascabel trasvolcánica (*Crotalus triseriatus*) endémica de México. Especie localmente amenazada en algunas partes de su rango de distribución debido a la severa fragmentación del hábitat, (JAD).

Ante este panorama, la necesidad de incrementar las labores de inventario y registro de las especies es incuestionable, y por ello la Colección Herpetológica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo está dedicada a resguardar ejemplares de anfibios y reptiles que habitan principalmente en el estado de Michoacán y la región centro occidente del país. El estado de Michoacán ocupa el sexto lugar en riqueza de anfibios y reptiles a nivel nacional (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014; Parra-Olea et al., 2014) y cuenta con 7 especies de anfibios y 13 especies de reptiles endémicas del estado, situándose como una de las entidades más diversas del país (Alvarado-Díaz et al., 2013; Cruz-Sáenz et al., 2017), de aquí el valor que tiene la Colección Herpetológica de la UMSNH.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA COLECCIÓN HERPETOLÓGICA DE LA UMSNH

Para delinear una estrategia de conservación y llevar a cabo acciones en busca de priorizar dicha estrategia, es necesario contar con información sobre la distribución y composición de las especies (Alvarado-Díaz et al., 2013). Por ello, la actual Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo inicia, en 1978, los esbozos de lo que sería posteriormente la Colección Herpetológica de la Universidad Michoacana. Las primeras colectas fueron realizadas en los alrededores de Morelia y en la cuenca del Lago de Cuitzeo. La planificación, trabajo de campo y de laboratorio para el desarrollo de la colección fueron coordinadas por el M. C. Javier Alvarado Díaz, con la importante colaboración de la Dra. Dolores Huacuz Elías y el biólogo Ubaldo Guzmán Villa. A partir de 1996 se inicia la etapa de consolidación de la CHUM con la asignación de un espacio físico para la misma en el Laboratorio de Herpetología del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales de la Universidad Michoacana. Los primeros registros de esta segunda etapa corresponden a anfibios y reptiles colectados por Javier Alvarado Díaz e Ileri Suazo Ortuño en las diferentes regiones fisiográficas del estado de Michoacán. A partir del 2001, con la participación de tesis, estudiantes voluntarios y de servicio social se continúan las colectas, especialmente en los municipios de Huetamo (Reyna-Álvarez et al., 2010), Tancítaro (Estrada y Alvarado, 2003), Ario de Rosales (Torres, 2011), Uruapan (Marroquín, 2011) y Tuxpan (Berra, 2017). Las primeras tesis sobre inventarios de herpetofauna fueron las del biólogo Daniel García Parra en el municipio de Morelia y del M. C. Alfredo Estrada Virgen en el municipio de Tancítaro. En estos años también se inicia la colección viva de reptiles en riesgo de extinción, especialmente de serpientes de cascabel de montaña. En el año 2016 se inician las colecciones adjuntas de fotografías y de tejidos.

Los trabajos curatoriales de la CHUM por parte del M. C. Javier Alvarado Díaz fueron fortalecidos con la incorporación, en el 2012, del biólogo Jonatan Torres Pérez Coeto como curador auxiliar de la colección. En el año 2015 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales otorga el registro de colección científica a la CHUM con la clave DF-CC-292-15, y en el 2017 se incorpora la Dra. Ileri Suazo Ortuño como nueva curadora titular de la colección brindando certidumbre y continuidad a las actividades de la CHUM. La información relevante de cada ejemplar colectado se encuentra en forma escrita en un catálogo con información que incluye el nombre científico, sitio de colecta georreferenciado, altitud del sitio, municipio, estado, nombre del colector, fecha de colecta y tipo de hábitat. Cada ejemplar cuenta con un número de catálogo. Esta información se encuentra también en formato digital (Excel).



Figura 3. Colección Herpetológica de la Universidad Michoacana ubicada en el Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales de la misma Universidad, (GV).

CARACTERÍSTICAS DEL ACERVO DE LA CHUM

El objetivo principal de la CHUM es preservar y catalogar ejemplares para el desarrollo de investigaciones en taxonomía, biogeografía y ecología encaminadas al conocimiento y conservación de las especies de anfibios y reptiles. Adicionalmente, para la CHUM es importante coadyuvar en la formación de recursos humanos en el área de la herpetología y promover el conocimiento de los anfibios y reptiles en estudiantes y diferentes sectores de la sociedad.

La CHUM tiene actualmente bajo su resguardo 1,710 ejemplares pertenecientes a 192 especies de anfibios y reptiles. Estos ejemplares han sido colectados como parte del estudio sobre la composición de las comunidades herpetofaunísticas en las diversas regiones fisiográficas del estado de Michoacán (Alvarado-Díaz et al., 2013). Considerando el total de especies de anfibios y reptiles registradas en Michoacán (222), la CHUM cuenta con ejemplares del 87% de estas. También se han colectado ejemplares como parte de las actividades de proyectos de investigación sobre distribución, ecología y estado de conservación de las especies de herpetofauna de Michoacán y estados adyacentes. Como resultado de estos proyectos, se han publicado más de 60 artículos en revistas con arbitraje e indizadas y alrededor de 10 artículos en revistas de divulgación. Así mismo, como parte de estos proyectos de investigación, más de 70 estudiantes han completado sus tesis de licenciatura, maestría o doctorado.



Figura 4. Trabajo curatorial de la CHUM por parte del biólogo Jonatan Torres Pérez Coeto, (EMR).



Figura 5. Ejemplares de anfibios y reptiles en fluido resguardados en la Colección Herpetológica de la Universidad Michoacana, (GV).

Entre los ejemplares resguardados en la CHUM se encuentra un holotipo y cinco paratipos de la cascabel bandeada del Tancítaro (*Crotalus tancitarenis*) (Alvarado-Díaz y Campbell, 2004). La mayoría de los ejemplares de la colección (el 87.9%) provienen de 70 municipios del estado de Michoacán y 207 especímenes (12.1%) provienen de otros estados de México, especialmente de Jalisco. La CHUM ha colaborado mediante el acceso a ejemplares para la descripción de nuevas especies como *Crotalus tlaloci* y *Cortalus armstrongi* (Bryson et al., 2014) y para nuevos registros de especies de anfibios y reptiles para el estado de Michoacán.



Figura 6. Javier Alvarado Díaz examinando el holotipo de la cascabel bandeada del Tancítaro, *Crotalus tancitarenis* (Alvarado-Díaz y Campbell, 2004), (GV).

En adición a la colección de ejemplares en fluido, se cuenta con un banco de información digital con fotografías de ejemplares de anfibios y reptiles tomadas en campo. Cada ejemplar fotografiado cuenta con la misma información de los ejemplares de la colección en fluido, incluyendo el número de catálogo digital. El catálogo digital de fotografías cuenta con 373 ejemplares fotografiados y ha sido útil para el registro de nuevas especies de herpetofauna para el estado de Michoacán, así como para la elaboración de guías de campo. La CHUM ha sido instrumental para el desarrollo de guías de campo sobre los anfibios y reptiles del municipio de Morelia y de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca. Adicionalmente se ha publicado una guía

fotográfica sobre las especies venenosas de reptiles del estado de Michoacán (Alvarado y Suazo, 2006) y otra sobre los anfibios y reptiles de la Reserva Colola-Maruata en la costa michoacana (Alvarado y Huacuz, 1996).

Debido a la importancia que ha cobrado recientemente el estudio genético para diversos usos, la CHUM cuenta con 1,610 muestras de tejidos correspondientes a 78 especies de reptiles y 24 de anfibios colectados en campo. El banco de tejidos tiene usos potenciales en sistemática, biogeografía y otras disciplinas. Cada muestra es de aproximadamente 30 mm² y se tomó con tijeras previamente esterilizadas, de la porción más distal de la cola en el caso de lagartijas, serpientes y salamandras, mientras que en el caso de ranas se tomó de la porción más distal de un dígito. Las muestras de tejido se encuentran almacenadas en criotubos de 2 ml con alcohol etílico absoluto anhidro 99.9%.



Figura 7. Colección de tejidos de anfibios y reptiles resguardados en la Colección Herpetológica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, (GV).

Con el propósito de generar información sobre las condiciones necesarias para mantener especies de anfibios y reptiles en cautiverio, se cuenta con una colección viva de reptiles y anfibios de Michoacán. La colección de ejemplares vivos es relevante, especialmente si se considera que anfibios y reptiles son los grupos de vertebrados en mayor riesgo de extinción a nivel global.

De las 10 especies de serpientes de cascabel registradas para Michoacán, se cuenta en la colección viva con 16 ejemplares de ocho especies, especialmente de especies de montaña. Adicionalmente se cuenta con un ejemplar de cascabel de la especie *Crotalus ravus* proveniente del estado de Puebla, dos ejemplares de *Agkistrodon bilineatus* (“gamarrilla”) y dos ejemplares de *Heloderma horridum* (“escorpión”). El estudio de estos ejemplares en cautiverio ha contribuido al desarrollo de tesis de licenciatura en aspectos de requerimientos en cautiverio y características del veneno, así como para la publicación de artículos en revistas arbitradas e indizadas (ej. Alvarado-Díaz et al., 2007). En la colección viva se cuenta con ejemplares de la salamandra de arroyo de montaña, *Ambystoma ordinarium*, una especie en riesgo y de la cual se están estudiando sus requerimientos para que, en caso de que las poblaciones silvestres desaparezcan, se pueda contar con una población en cautiverio que permita la eventual reintroducción al medio silvestre. El estudio de estos ejemplares de salamandra en cautiverio ha resultado en el desarrollo de dos tesis de maestría.

Con el fin de sensibilizar a la población en general, especialmente a niños y a jóvenes, sobre la importancia de la conservación de anfibios y reptiles, la CHUM diseña y realiza talleres de educación ambiental en escuelas primarias y en exposiciones de ciencia, como el Tianguis de la Ciencia que la UMSNH desarrolla anualmente. Para estas actividades se cuenta en la colección viva de enseñanza con especies inofensivas de anfibios y reptiles, como algunas especies de ranas arborícolas y terrestres, salamandras, lagartijas como iguanas y “dragoncitos”, así como algunas serpientes como la boa y la falsa coralillo. Con estos ejemplares las personas pueden interactuar de forma segura por lo que son fundamentales para transmitir el mensaje de la importancia de su conservación. En total la colección viva de la CHUM cuenta con 66 ejemplares de 30 especies de anfibios y reptiles.

Finalmente, la existencia y desarrollo de la CHUM ha sido posible gracias a la contribución de ejemplares y datos de campo de decenas de estudiantes de licenciatura y posgrado que como resultado de sus estudios de campo han colectado y depositado ejemplares, fotografías y tejidos en esta colección. A todos ellos nuestro profundo reconocimiento.



Figura 8. Colección de ejemplares vivos con fines de investigación y de enseñanza para sensibilización sobre la importancia de la conservación de los anfibios y reptiles, (GV).



REFERENCIAS

- Alvarado, D. J. y Huacuz, E. D.C. (1996). *Guía ilustrada de los anfibios y reptiles más comunes de la reserva Colola-Maruata, en la Costa de Michoacán, México*. UMSNH., 110 pp.
- Alvarado-Díaz, J. y Campbell, J. A. (2004). A new montane rattlesnake (Viperidae) from Michoacan, Mexico. *Herpetologica*, 60, 281-286.
- Alvarado, D. J. y Suazo, O. I. (2006). *Reptiles venenosos de Michoacán*. U.M.S.N.H. 118 pp.
- Alvarado-Díaz, J., Estrada-Virgen, A y Suazo-Ortuño, I. (2007). Natural history notes on *Crotalus tancitarensis* (Serpentes: Viperidae). *Herpetological Review*, 38, 155-157.
- Alvarado-Díaz, J., Suazo-Ortuño, I., Wilson, L. D. y Medina-Aguilar, O. (2013). Patterns of physiographic distribution and conservation status of the herpetofauna of Michoacan, Mexico. *Amphibian & Reptile Conservation*, 7, 128-170(e71).
- Berra, A. D. (2017). *Anfibios y reptiles del municipio de Tuxpan, Michoacán: Diferencias en composición y diversidad entre dos tipos de hábitat*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología.
- Bryson, R. W. JR., Linkem, C. W., Dorcas, M. E., Lathrop, A., Jones, J. W., Alvarado-Díaz, J., Grunwald, C. I. y Murphy, R. R. (2014). Multilocus species delimitation in the *Crotalus triseriatus* species group (Serpentes: Viperidae: Crotalinae), with the description of two new species. *Zootaxa*, 3826, 475-496.
- Cruz-Sáenz, D., Muñoz-Nolasco, F. J., Mata-Silva, V., Johnson, J. D., García-Padilla, E. y Wilson, L. D. (2017). The herpetofauna of Jalisco, Mexico: composition, distribution, and conservation. *Mesoamerican Herpetology*, 4, 23-118.
- Estrada-Virgen, A. y Alvarado-Díaz, J. (2003). Distribución y conservación de los anfibios y reptiles del Municipio de Tancítaro, Michoacán, México. *Ciencia Nicolaita*, 36, 29-42.
- Flores-Villela, O., y García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:467-475.
- Marroquín, P. J. A. 2011. *Herpetofauna del municipio de Uruapan, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, UMSNH. 2011.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 460-466.
- Pereira, H. M., Navarro, L. M. y Martins, I. S. (2012). Global biodiversity change: the bad, the good, and the unknown. *Annual Review of Environment and Resources*, 37:25-50.
- Reyna-Álvarez, J., Suazo-Ortuño, I. y Alvarado-Díaz, J. (2010). Herpetofauna del municipio de Huetamo, Michoacán, México. *Biológicas*, 12, 40-45.
- Torres L. M. Y. 2011. *Hepetofauna del municipio de Ario de Rosales, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, UMSNH. 2011.



Colección de Aves

LAURA E. VILLASEÑOR GÓMEZ, J. FERNANDO VILLASEÑOR GÓMEZ,
FRANCISCO R. PINEDA HUERTA Y JAVIER SALGADO ORTIZ

RESUMEN

El estudio de las aves ha sido la base para el desarrollo científico en diversas áreas del conocimiento, como la biología, la física y hasta la aeronáutica, por lo que el estudio de su historia natural, patrones de diversidad, distribución y sus extraordinarias adaptaciones al vuelo son de suma importancia. La Colección de Aves inicio en 1978 como parte del Laboratorio de Investigación en Ornitología de la entonces Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Por su valor histórico y biológico, este acervo científico (incluyendo las colecciones accesorias) forma parte del patrimonio de los mexicanos, reconociéndose como la tercera colección de aves más importante de México por sus 10,500 especímenes preparados en piel que representan 38.7% de la avifauna mexicana (432 especies de 1,116) y 73.2% de la avifauna michoacana (410 de 560 especies). Así mismo, la Colección de Aves se considera la primera a nivel regional, ya que tiene la representación más extensa de las aves del occidente de México. A partir de la información generada durante 40 años a través de 123 proyectos de investigación y la literatura especializada, se sabe que Michoacán ocupa el quinto lugar entre las entidades mexicanas por sus 560 especies de 81 familias de aves, después de los estados de Puebla (595), Chiapas (694), Veracruz (719) y Oaxaca (736). En Michoacán existen 101 especies dentro de tres niveles de endemismo (endémicas restringidas a México, semiendémicas y cuasiendémicas). De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010, 96 especies de las aves michoacanas se encuentran bajo alguna categoría de riesgo.

INTRODUCCIÓN

Las colecciones científicas son la base de la ciencia de la Taxonomía, y son parte fundamental de los centros de investigación y de información de la biodiversidad. Las aplicaciones prácticas que tienen las colecciones biológicas son diversas: a) son la base para el conocimiento de la biodiversidad y para el establecimiento de políticas y prácticas para la conservación; b) permiten conocer la distribución real y potencial de las especies en tiempo y espacio; c) son un auxiliar de gran importancia para la determinación de áreas importantes para la conservación; d) apoyan en el estudio de la conducta (etología), al relacionar las características morfológicas particulares o adaptaciones de la aves, con algún hábito específico, y e) son apoyo en los estudios ecológicos de diferente índole (Escalante-Pliego y Chávez-Castañeda, 2002; Villaseñor-Gómez y Villaseñor-Gómez, 2005).

En los primeros años del desarrollo de la Taxonomía no siempre se utilizaban ejemplares preservados como se hace hoy día, sino que se usaban ilustraciones. Sin embargo, se estableció la conveniencia de preservar ejemplares “tipo” para usarlos como referencia de los nombres que se creaban o describían por primera vez especies siguiendo el sistema de clasificación y nomenclatura establecido por Linneo. Gracias a las colecciones biológicas, entre los años de 1880 y 1930 en México se realizó la mayor parte de las grandes obras de descripción y catalogación de las especie de aves (Escalante-Pliego y Chávez-Castañeda, 2002).

Las aves han sido la base para el desarrollo científico en diversas áreas del conocimiento, incluyendo la biología, física y hasta la aeronáutica, por lo que el conocimiento detallado de su historia natural, patrones de su diversidad y sus extraordinarias adaptaciones al vuelo han sido de suma importancia. Estudios realizados con este grupo han sido el punto de partida de hipótesis sobre la repartición de recursos, interacciones bióticas a diferentes niveles, y patrones de distribución, además de ser elementos básicos en propuestas de estrategias de conservación (Navarro-Sigüenza et al., 2011).

En el aspecto económico, son importantes los ingresos derivados de la producción a gran escala de especies domesticadas, la cacería y la observación de las aves (Greenwood, 2007). Culturalmente, las aves han tenido un significado especial como símbolos de poder político y religioso, representado deidades y elementos centrales de leyendas y mitos derivados de su historia natural. Ejemplos de su importancia en las sociedades son las manifestaciones artísticas con el empleo de las plumas (arte plumario), el uso de éstas como moneda de cambio y las toponimias referentes a nombres de aves asignados a diversas localidades geográficas, por ejemplo, “Tzintzuntzan” o lugar de colibríes, en la ribera del lago de Pátzcuaro (Romero-Flores, 1974).

BREVE HISTORIA DE LA COLECCIÓN DE AVES

El Laboratorio de Investigación en Ornitología de la Facultad de Biología se inició en enero de 1978 como un grupo de trabajo, por iniciativa del Biól. Francisco Méndez García y una decena de estudiantes de la entonces Escuela de Biología, con la finalidad de conocer la diversidad avifaunística existente en el estado de Michoacán. El lugar en donde inicialmente se ubicó la colección fue un espacio de pocos metros cuadrados en el segundo piso del edificio “L” de la Ciudad Universitaria, después se trasladó a un salón mayor en la planta baja del edificio “W”, más tarde al edificio “B”, y finalmente a su ubicación actual en la planta baja del edificio “B-4” (Figura 1).



Figura 1. Vista de una parte de las gavetas que alojan los especímenes de la Colección de Aves de la Facultad de Biología, UMSNH, (GV).

Como punto de partida se realizaron visitas a la Colección Nacional de Aves del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ahí, el Biól. Francisco Méndez García y cinco estudiantes, aprendieron la técnica de taxidermia bajo la asesoría del Sr. Luis Naval (conocido como Navalito). En esas fechas el maestro Gonzalo Gaviño de la Torre era encargado de la colección, siendo su línea principal el estudio de las aves acuáticas. Resultado de charlas informales que se mantuvieron con él, y gracias a una invitación para colaborar en sus investigaciones en las Islas Marietas, se contó con la oportunidad de interactuar con la Dra. María de Lourdes Navarizo Ornelas y el profesor Martín del Campo y así conocer sobre el manejo de las colecciones científicas.

El acervo de la colección de pieles y las colecciones accesorias se ha logrado a partir del financiamiento de 123 proyectos de investigación, desarrollados a lo largo de cuarenta años. Más de la mitad de los proyectos están relacionados con el inventario y la recolección de especímenes e información (monitoreo a través de conteo y anillado), en algunos de ellos se ha combinado con la educación ambiental, la divulgación de la ciencia, la evaluación rural participativa y los estudios de factibilidad de aprovechamiento de las aves (extracción y aviturismo). Dieciséis proyectos han sido inventarios de avifauna que formaron parte de estudios técnicos justificativos para la definición de Áreas Naturales Protegidas y sus Programas de Manejo, y para el desarrollo de Manifestaciones de Impacto Ambiental y Ordenamientos Territoriales.

Cinco proyectos se han enfocado de forma muy específica en la actualización y enriquecimiento de la colección de pieles y sus colecciones accesorias, conformación de bases de datos y la consecución de mobiliario. Otros diez proyectos se han encaminado en especial a la educación ambiental y la divulgación de la ciencia, como el Programa Aves Sin Fronteras que tuvo una duración de 16 años y en el que se trabajó de manera conjunta con el personal de Rocky Mountain Bird Observatory (antes Colorado Bird Observatory), involucrando a más de 10,000 niños de primaria y secundaria y 200 profesores de Morelia, Michoacán, y un número igual de infantes y una centena de docentes de cuatro estados de EUA (Villaseñor-Gómez y Rivas, 2002; Villaseñor-Gómez, 2002).

En nueve proyectos se ha combinado el monitoreo de poblaciones de aves, la educación ambiental y la capacitación en técnicas de monitoreo, desarrollo de materiales educativos y aviturismo (*e.g.* Villaseñor-Gómez, 2015). Más de una veintena de proyectos en los últimos 15 años se han dirigido a temas de ecología de especies, poblaciones y comunidades de aves (ecología invernal, distribución y uso de hábitat, territorialidad, monitoreo de sobrevivencia y dispersión de juveniles) y a correlacionar la expresión del estrés ambiental y el efecto de elementos potencialmente tóxicos en algunas especies de aves, así como también a la identificación de especies prioritarias e indicadoras.

Noventa de los 123 proyectos se han realizado en el estado de Michoacán; mientras que 12 se llevaron a cabo en entidades colindantes: Guerrero, Jalisco, Guanajuato y Estado de México. El

resto se desarrollaron en otros estados de la república: Baja California Sur, Puebla, Querétaro y Sonora. Finalmente, se realizó uno a nivel nacional, otro con colegas mexicanos y de diez países latinoamericanos y uno más en México y EUA.

Durante los primeros diez años de la colección (1978-1988), el Biól. Francisco Méndez García fungió como curador de la colección y coordinador del Laboratorio de Investigación de Ornitología. De 1989 a 2005, la M.C. Laura E. Villaseñor realizó las mismas funciones, retomándolas en 2017. El trabajo de curador desde 2006 se ha compartido entre Laura E. Villaseñor y J. Fernando Villaseñor. En años más recientes, los doctores J. Fernando Villaseñor y Javier Salgado Ortiz se han encargado de la coordinación del laboratorio. En la actualidad conforman el personal tres profesores-investigadores de tiempo completo, los ya mencionados con excepción del fundador, y dos ayudantes de investigación, los biólogos Leticia Díaz López y Francisco R. Pineda Huerta. Se suman a este grupo un número variable de tesisas, estudiantes de servicio social y voluntarios (Figura 2).



Figura 2. La coordinadora del Laboratorio de Investigación en Ornitología, M.C. Laura E. Villaseñor-Gómez revisando ejemplares de la Colección de Aves en una sesión práctica de la materia optativa de Ornitología, (GV).

EL ACERVO DE LA COLECCIÓN DE AVES

A lo largo de los últimos 40 años más de 320 personas han participado en el mantenimiento y enriquecimiento de la Colección de Aves de la Facultad de Biología (CAFB), entre profesores y estudiantes de la Universidad Michoacana y otras instituciones nacionales y extranjeras. Los objetivos planteados para la Colección de Aves de la Facultad de Biología son: a) Contar con una muestra representativa de la avifauna de Michoacán, tanto de los taxa, como de la diversidad dentro de sus poblaciones, por medio de series de muestras representativas de especies, subespecies, poblaciones, sexos y edades; b) Mantener los especímenes en óptimo estado de preservación y arreglo para su consulta por parte de investigadores, profesores y estudiantes; c) Realizar y apoyar investigaciones que produzcan contribuciones originales sobre la diversidad de las aves de Michoacán y México, y d) Prestar apoyo y asesoría a organizaciones involucradas en la resolución de problemas ecológicos y de conservación de las aves en el territorio nacional.

Con sus 10,500 especímenes preparados en piel, la Colección de Aves de la Facultad de Biología (CAFB) incluye representantes del 38.7% de la avifauna mexicana (432 especies de 1,116) y 73.2% de la michoacana (410 de 560 especies) (Anexo 1). Así mismo, se considera la primera colección a nivel regional, ya que tiene la representación más extensa de las aves del occidente de México. Este acervo se encuentra registrado en la SEMARNAT con la clave MIC-AV.044.1297 de fecha 18 de diciembre de 1997, ocupando el tercer lugar entre las 18 colecciones científicas de aves de México que se presentan en el catálogo compilado por Escalante (2005). Los ejemplares se mantienen alojados en cinco muebles metálicos y 14 de madera (Figura 2), organizados conforme el orden taxonómico establecido por la Unión de Ornitólogos Americanos (AOU, 1998; Chesser et al., 2017), este es un ordenamiento filogenético que refleja las relaciones genealógicas entre los taxa (Figura 3). Las aves se preparan con la técnica de taxidermia y se les denomina ejemplares de estudio, se mantienen con las alas pegadas al cuerpo y en posición recta para que ocupen menos espacio en charolas y guardados en gavetas protegidas de luz, polvo y plagas (Figura 4).



Figura 3. Ejemplar de estudio en piel de una calandria (*Icterus* sp.), (GV).



Figura 4. Ejemplares de estudio de diferentes especies de la familia Tyrannidae (mosqueros, mosqueritos, papamoscas, luises, luisitos, tiranos), (GV).

En la colección no se cuenta con la representación de 150 de las 560 especies que se han registrado en el estado de Michoacán, por ello se considera que aunque el trabajo de recolección en el presente no es una prioridad, se debería de establecer un programa permanente para la búsqueda de especímenes (por recolecta o donación) y así poder contar eventualmente con la totalidad o la mayoría de las especies.

Dentro de la colección científica se cuenta con 492 especímenes de 15 estados de la República Mexicana, correspondientes a 176 especies, de 43 familias y 17 órdenes (Cuadro 1). Estos ejemplares han llegado a la colección a través de proyectos de investigación realizados por colegas que donan el material o de proyectos realizados por personal del Laboratorio de Ornitología en dichas entidades.

<i>Estado</i>	<i>No. ejemplares</i>	<i>No. especies</i>
Guerrero	141	56
Baja California Sur	93	30 + 1 nivel género
Guanajuato	90	50 + 1 nivel género
Puebla	46	20
Sonora	31	21
Colima	21	15
Veracruz	20	13
México	15	8
Nayarit	13	11
Tabasco	7	2
Ciudad de México	7	3
Chiapas	5	5
Tlaxcala	1	1
San Luis Potosí	1	1
Jalisco	1	1

Cuadro 1. Número de ejemplares de otros estados depositados en la colección.

COLECCIÓN DIDÁCTICA DE PIELES

La colección didáctica de pieles es relevante, ya que es utilizada muy a menudo para la enseñanza de estudiantes de diferentes grados de escolaridad y en eventos de divulgación. Está compuesta por 323 ejemplares de 146 especies pertenecientes a 47 familias de 18 órdenes de aves. Estos ejemplares forman una colección aparte porque no cuentan con la información mínima requerida de sitio y fecha de colecta para ser ingresados en la colección científica; dichos ejemplares han llegado al Laboratorio de Ornitología por medio de recolectas y donaciones. Entre las especies que conforman esta colección de pieles se encuentran tres especies exóticas, dos domésticas y cinco que no se registran en el estado de Michoacán; solo dos están identificadas hasta nivel de género. En el proceso de mantenimiento de la colección se han reportado cinco especímenes perdidos debido a que el material se utiliza en sesiones de laboratorio de algunas materias de la Facultad de Biología; otros tres especímenes fueron donados al Museo de Historia Natural de la UMSNH.

COLECCIONES ACCESORIAS

Actualmente, con el avance de la biología molecular y la necesidad de responder preguntas de interés en biología evolutiva, conducta y conservación, las colecciones científicas accesorias, integradas por muestras que incluyen tejidos (músculo, órganos y sangre), plumas, nidos, huevos y vocalizaciones, han surgido como una gran necesidad para avanzar en el conocimiento de la historia de vida de las aves. El uso de este material ha crecido de manera exponencial en las últimas dos décadas, siendo principalmente utilizado en estudios genéticos para responder preguntas sobre filogenia y filogeografía, genética de la conservación y biología reproductiva. El uso de isótopos estables es otra línea de gran interés, donde plumas y sangre se utilizan para entender aspectos de la migración, la dieta y para la reconstrucción paleontológica de dietas y uso de hábitat.

Desde el inicio de la formación de la colección científica de aves, se tuvo como principal objetivo la representación de la diversidad avifaunística de Michoacán con base en ejemplares completos en piel. Las colecciones accesorias del Laboratorio de Ornitología se comenzaron a formar poco después del inicio de la recolección de pieles, con la inclusión de partes del cuerpo (alas, cabezas, patas, plumas sueltas), nidos, huevos, tejidos que se recolectan durante las expediciones de campo, además de la preparación de esqueletos y la grabación de cantos y llamados (Figura 5).



Figura 5. La colección de pieles es el acervo principal y las colecciones accesorias de restos, nidos, huevos, tejidos complementan la información sobre el conocimiento de las especies, (GV).

La colección de esqueletos se inició en 1979 y actualmente cuenta con 96 especímenes de 59 especies. Aunque es una colección pequeña contiene ejemplares de especies de gran interés, ya sea por su rareza en número de especímenes en la naturaleza, como en sus características morfológicas; algunas de estas son, el vencejo nuca blanca (*Streptoprocne semicollaris*), el rayador americano (*Rhynchops niger*), el búho cara canela (*Asio otus*), la aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*), el carpintero lineado (*Dryocopus lineatus*), el mirlo acuático norteamericano (*Cinclus mexicanus*), el vencejo tijereta mayor (*Panyptila sanctihieronymi*) y el hormiguero cholino escamoso (*Grallaria guatimalensis*) (Cuadro 2).

En la colección de plumas se cuenta con 114 muestras, 42 de las cuales fueron determinadas por el Dr. Allan R. Phillips, la Dra. Roxy C. Laybourne y Roberto Phillips Farfán. Estas muestras representan 42 especies de 35 familias de 20 órdenes; noventa y siete muestras se colectaron en Michoacán, las 17 restantes en ocho estados de la República Mexicana. Entre las especies de mayor interés se encuentran las plumas del charrán ártico (*Sterna paradisaea*) colectadas en la zona costera, del achichilique pico amarillo (*Aechmophorus occidentalis*) del lago de Zirahuén, y del ganso blanco (*Chen caerulescens*) (Cuadro 2). También se cuenta con poco más de 750 muestras de plumas que están siendo procesadas para ser ingresadas a la colección, éstas se han recolectado directamente de los especímenes.

En la colección de restos se encuentran especímenes momificados, partes del cuerpo reconocibles, cabezas y patas, entre otros. Se cuenta con 66 registros que representan 45 especies de 28 familias de 13 órdenes. Aquí se encuentra un registro de gran interés, el ala y plumas del vencejo tijereta menor (*Panyptila sanctihieronymi*), material colectado en 1984 en la Playa Caricillos (Cuadro 2).

La colección de nidos está formada por 112 nidos de 43 especies de 19 familias pertenecientes a cuatro órdenes. Los nidos ingresan a la colección solo si cuentan con datos de hospedero, fecha, colector y localidad. Muchos de los nidos se han obtenido después de su abandono; dos colectores han colaborado con la consecución de la mitad de éstos. Entre los nidos de mayor relevancia se encuentran el de la esmeralda occidental (*Chlorostilbon auriceps*), del papamoscas del oeste (*Contopus sordidulus*), de la mascarita pico grueso (*Geothlypis poliocephala*), del cabezón mexicano (*Pachyramphus major*) y el cabezón degollado (*P. aglaiae*), la subespecie de las islas Revillagigedo del chipe tropical (*Setophaga pitiayumi graysonii*), y el vencejo nuca blanca (*Streptoprocne semicollaris*). En la colección de huevos se cuenta con 34 registros de 23 especies de 13 familias, una buena parte se ha colectado en el Parque Estatal Cerro Punhuato y en el campus de la Universidad Michoacana, dando seguimiento a nidos que son parasitados por el tordo ojos rojos (*Molothrus aeneus*).

De reciente formación se cuenta con la colección de tejidos compuesta por colectas de sangre en frotis y muestras de tejidos y órganos en proceso de organización. Se cuenta con un acervo de casi 2,000 muestras de sangre en frotis y en alcohol y 300 muestras de tejidos correspondientes a alrededor de 100 especies de aves de diferentes localidades del estado. Para la región de Tlalpujahuá se tienen 600 muestras de 72 especies con las cuales se ha estudiado el efecto remanente de la actividad minera que puede ser un causal de estrés para las aves (2014-2018); otras 956 muestras de 79 especies (2004-2006) se recolectaron en el estado de Sonora. En estos dos últimos estudios se buscaron indicadores de desempeño fisiológico e índice HL (heterófilos/linfocitos) lo cual es un reflejo de modificaciones a nivel de estrés.

La grabación de vocalizaciones es un importante apoyo en la determinación de las especies en campo, especialmente en estudios de territorialidad, con el uso de *playback*, así como para conocer la biología reproductiva y evolutiva de las especies. Recientemente se inició con la integración de una base de datos de vocalizaciones, en donde se han integrado alrededor de 200, correspondientes a 50 especies de aves. Se han iniciado estudios de bioacústica para determinar la variación geográfica en repertorios de cantos y se han enriquecido bases de datos mundiales (e.g., Xenocanto, Cornell) con la aportación de cerca de 50 vocalizaciones de 20 especies. Uno de los objetivos de la recolección de cantos y llamados de las aves es la realización de una guía de vocalizaciones de la avifauna michoacana.

Tipo de colección	Número de			
	Órdenes	Familias	Especies	Muestras
Esqueletos	13	31	59	96
Nidos	4	19	43	112
Huevos	5	13	23	34
Restos	13	28	45	66
Plumas	20	35	42	97
Tejidos	ND	ND	ND	3,965
Vocalizaciones	ND	ND	50	200

Cuadro 2. Material incluido en las colecciones accesorias.

DIVERSIDAD DE LAS AVES DE MICHOACÁN

Con base en la información proveniente de la colección y las investigaciones realizadas, la avifauna de Michoacán ocupa el quinto lugar en riqueza entre las entidades mexicanas, ya que cuenta con 560 especies de 81 familias de aves (Cuadro 3). Los estados mexicanos que superan en riqueza de especies son Oaxaca con 736 (Navarro-Sigüenza et al., 2014), Veracruz con 719 (Gallardo-del Ángel y Aguilar-Rodríguez, 2011), Chiapas con 694 (Rangel-Salazar et al., 2013) y Puebla con 595 (Jiménez-Moreno et al., 2011).

	México	Michoacán	Porcentaje con respecto a México
Orden	28	25	89.3
Familia	99	81	83.5
Género	465	308	66.2
Especie	1,116	560	50.2
Subespecie	---	499	---

Cuadro 3. Diversidad de la avifauna michoacana con respecto a la de México.¹

¹ Fuente: Arreglo taxonómico (Aou 1998) hasta suplemento (Aos 58, 2017).

<i>Aves de residencia permanente</i>		No.	%
Residentes permanentes	298		
Residentes permanentes extintas	1		
Residentes permanentes extirpadas	2		
Residentes permanentes introducidas	10		
<i>SUBTOTAL</i>		311	55.5
<i>Aves de residencia temporal</i>			
Visitantes invernales	128		
Visitantes no reproductores o vagabundos	14		
Visitantes de verano	4		
Transitorias	14		
Accidentales	33		
<i>SUBTOTAL</i>		193	34.5
<i>Aves con estacionalidad mixta</i>			
Residentes permanentes / Visitantes invernales	32		
Residentes permanentes / Visitantes de verano	1		
Visitantes invernales / Transitorios	14		
Visitantes invernales / Accidentales	1		
Visitantes de verano / Visitantes invernales	4		
Visitantes de verano / Transitorios	4		
<i>SUBTOTAL</i>		56	10.00
TOTAL		560	

Cuadro 4. Estacionalidad de las especies de aves registradas en Michoacán. Fuentes: Howell y Webb, 2001; Villaseñor-Gómez y Villaseñor-Gómez, en prensa.

A partir de un análisis de la presencia estacional o temporalidad que las 560 especies de aves tienen en el estado, se reconocen tres grupos: a) Las aves residentes permanentes que se encuentran presentes a lo largo de todo el año; b) Las aves de residencia temporal, y c) Las especies de aves que tienen una estacionalidad mixta como se puede apreciar en el cuadro 4 de la página anterior.

El grado de endemismo y el grado de amenaza, son dos criterios para definir la importancia de conservación de una región. Las especies endémicas de México no rebasan los límites territoriales del país; las semiendémicas son especies migratorias con distribución restringida a México durante parte del año; y las cuasiendémicas tienen la mayor parte de su distribución en territorio mexicano y marginalmente en países vecinos (Estados Unidos, Guatemala y Belice) sin exceder un área de 35,000 km² (Gómez de Silva, 1996; González-García y Gómez de Silva, 2003). En Michoacán existen 101 especies endémicas en los tres niveles descritos (Cuadro 5 y Anexo 1). La Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010 enlista las especies nativas de flora y fauna que se encuentran en riesgo (Semarnat, 2010). De acuerdo con esta norma, 96 especies de las aves de Michoacán se encuentran bajo alguna categoría de riesgo (Cuadro 6 y Anexo 1).

	México	Michoacán	Con respecto a México (%)
Endémica de México	102	51	50
Semiendémica	45	34	75.5
Cuasiendémica	43	16	37.2

Cuadro 5. Comparación de la avifauna endémica de Michoacán con respecto a la de México.

	México	Michoacán	Con respecto a México (%)
Extinta	9	1	11.1
En peligro de extinción	68	16	23.5
Amenazada	98	27	27.5
Protección especial	117	52	44.4

Cuadro 6. Comparación de la avifauna en riesgo de Michoacán con respecto a la de México.

Por su valor histórico y biológico forma parte del patrimonio de los mexicanos, reconociéndose como la tercera colección de aves más importante de México. Así como la colección significa una importante aportación a la ciencia, también ofrece una invaluable herramienta didáctica para la docencia y la divulgación; por un lado, permite a los estudiosos del grupo el conocimiento de su taxonomía y ecología, entre otros muchos aspectos, y por el otro, ofrece a la sociedad en general una vía para la comprensión y apreciación de la biodiversidad.



REFERENCIAS

- American Ornithologist's Union. (1998). *American Ornithologist's Union Check-list of North American Birds*. Seventh Edition. 829 pp.
- AOS. American Ornithologists Society. (2017). *Check-list of North American Birds*. Recuperado el 10 enero, 2018 de: <http://www.aou.org/checklist/north/>
- Berlanga, H., Gómez de Silva, H., Vargas-Canales, V.M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L. A., Ortega-Álvarez, R. y Calderón-Parra, R. (2015). *Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes*. CONABIO, México, D.F.
- Chesser, R. T., K. J. Burns, C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, I. J. Lovette, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., J. D. Rising, D. F. Stotz y K. Winker. (2017). *Fifty-eighth supplement to the American Ornithological Society's Check-list of North American Birds*. *The Auk*, 134(3):751-773.
- Escalante-Pliego, P. y Chávez-Castañeda, N. (2002). La Colección Nacional de Aves (CNAV): pasado y presente de un recurso biológico. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 5, 61-68.
- Gallardo-del Ángel, J. C. y Aguilar-Rodríguez, S. H. (2011). *Aves. En La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado* (pp. 559-577). CONABIO, Gobierno del estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.
- Gómez de Silva, H. (1996). The conservation importance of semiendemic species. *Conservation Biology*, 10, 674-675.
- González-García, F. y Gómez de Silva, H. (2003). Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación (pp. 150-194). En H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (Eds.), *Conservación de aves. Experiencias en México*. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, AC (CIPAMEX). México, DF.
- Greenwood, J. J. D. (2007). Citizens, science and bird conservation. *Journal of Ornithology*, 148, S77-S124.
- Howell, S. N. G. y Webb, S. (2001). *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. New York, EUA.
- Jiménez-Moreno, F. J., López T., M. C., Mendoza C., R., Pineda M., M. A. y Rojas S., O. R. (2011). *Aves en Puebla. En La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado* (pp. 159-163.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Lira-Noriega, A., Arizmendi, M. C., Berlanga, H., Koleff, P., García-Moreno, J. y Peterson, A. T. (2011). Áreas de conservación para las aves de México: integrando criterios de priorización. En *Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso* (pp. 108-129). CONABIO/CONANP (Coords.). México, D. F.

- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H. y Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S476-S495.
- Rangel-Salazar, J. L., Enríquez-Rocha, P., Altamirano-González, M. A., Macías-Caballero C., Castillejos-Castellanos, E., González-Domínguez, P., Martínez-Ortega J. A. y Vidal-Rodríguez, R. M. (2013). Diversidad de aves: un análisis espacial. En *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado* (Vol. 2, pp. 329-337). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas. México.
- Romero-Flores, J. (1974). *Nomenclatura Geográfica de Michoacán. Investigaciones Lingüísticas*. Morelia, Michoacán, México.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- Villaseñor-Gómez, L. E. (2002). El Programa Binacional Aves Sin Fronteras. *Revista Decisio*. Saberes para la acción en educación de adultos. Invierno 2002. CREFAL. Pp. 26-29.
- Villaseñor-Gómez, L. E. (2015). La semilla del aviturismo en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca. *C+Tec. Divulgar para transformar*. Num. 13/Año, 3, 45-47.
- Villaseñor-Gómez, L. E. y Rivas L., L. (2002). Análisis de una experiencia educativa en la perspectiva de la pedagogía ambiental: El Baúl Mexicano de las Aves. *Ciencia Nicolaita*, 51.
- Villaseñor-Gómez, L. E. y Villaseñor-Gómez, J. F. (2005). Inventarios y colecciones de flora y fauna. En L.E. Villaseñor-Gómez (Ed.), *La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. Morevallado Editores.
- Villaseñor-Gómez, L. E. y J. F. Villaseñor-Gómez. (En prensa). *La Biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Segunda edición. México.

ANEXO 1

Especies de aves registradas en Michoacán y número de ejemplares depositados en la Colección de Aves de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ORDEN/Familia Nombre científico²	Nombre español	No. ejemp.
TINAMIFORMES/ <i>Tinamidae</i>		
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	-
ANSERIFORMES/ <i>Anatidae</i>		
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije alas blancas	11
<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije canelo	-
<i>Anser caerulescens</i>	Ganso blanco	-
<i>Anser albifrons</i>	Ganso careto mayor	-
<i>Cairina moschata</i>	Pato real	-
<i>Aix sponsa</i>	Pato arcoíris	-
<i>Spatula discors</i>	Cerceta alas azules	15
<i>Spatula cyanoptera</i>	Cerceta canela	9
<i>Spatula clypeata</i>	Pato cucharón norteño	6
<i>Mareca strepera</i>	Pato friso	2
<i>Mareca americana</i>	Pato chalcuán	7
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar	2
<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	-
<i>Anas crecca</i>	Cerceta alas verdes	5
<i>Aythya valisineria</i>	Pato coacoxtle	2
<i>Aythya americana</i>	Pato cabeza roja	-
<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	9
<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	3
<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja	-
<i>Lophodytes cucullatus</i>	Mergo cresta blanca	-
<i>Nomonyx dominicus</i>	Pato enmascarado	-

² Orden taxonómico de acuerdo a American Ornithologists' Union (AOU, 1998; Chesser *et al.*, 2017).

Las especies marcadas con dos asteriscos (**) no se encuentran en Michoacán; se marcan las introducidas (INT).

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate	19
GALLIFORMES/ <i>Cracidae</i>		
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	5
<i>Penelope purpurascens</i>	Pava cojolita	1
GALLIFORMES/ <i>Odontophoridae</i>		
<i>Dendrortyx macroura</i>	Codorniz coluda transvolcánica	4
<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz barrada	12
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	8
<i>Callipepla gambelii</i> **	Codorniz de Gambel	1
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz de Moctezuma	4
GALLIFORMES/ <i>Phasianidae</i>		
<i>Gallus gallus</i> (INT)	Gallo común	-
<i>Phasianus colchicus</i> (INT)	Faisán de collar	-
<i>Pavo cristatus</i> (INT)	Faisán blanco	-
<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote norteño	-
PODICIPEDIFORMES/ <i>Podicipedidae</i>		
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	3
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	9
<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor orejón	3
<i>Aechmophorus occidentalis</i>	Achichilique pico amarillo	6
<i>Aechmophorus clarkii</i>	Achichilique pico naranja	1
COLUMBIFORMES/ <i>Columbidae</i>		
<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	-
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	-
<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma encinera	1
<i>Streptopelia decaocto</i> (INT)	Paloma de collar turca	1
<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	170
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	69
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	105

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Geotrygon montana</i>	Paloma canela	-
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	23
<i>Zenaida asiática</i>	Paloma alas blancas	12
<i>Zenaida macroura</i>	Huilota común	9
<i>CUCULIFORMES/ Cuculidae</i>		
<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canelo	17
<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo pico amarillo	-
<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo manglero	1
<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuclillo pico negro	1
<i>Morococcyx erythropygus</i>	Cuclillo terrestre	11
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	-
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	3
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	68
<i>CAPRIMULGIFORMES/Caprimulgidae</i>		
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	23
<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	-
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	35
<i>Phalaenoptilus nuttallii</i> **	Tapacaminos pandeagua	1
<i>Nyctiphrynus mcleodii</i>	Tapacaminos prío	1
<i>Antrostomus ridgwayi</i>	Tapacaminos tucuchillo	9
<i>Antrostomus arizonae</i>	Tapacaminos cuerporruín mexicano	20
<i>CAPRIMULGIFORMES/Nyctibiidae</i>		
<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro estaca norteño	-
<i>APODIFORMES/ Apodidae</i>		
<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro	-
<i>Cypseloides storeri</i>	Vencejo cara blanca	3
<i>Streptoprocne rutila</i>	Vencejo cuello castaño	1
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo collar blanco	-
<i>Streptoprocne semicollaris</i>	Vencejo nuca blanca	5
<i>Chaetura pelágica</i>	Vencejo de Chimenea	-

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	4
<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo pecho blanco	9
<i>Panyptila sanctihieronymi</i>	Vencejo tijereta mayor	3
APODIFORMES/ Trochilidae		
<i>Phaethornis mexicanus</i>	Colibrí ermitaño mexicano	24
<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí orejas violetas	30
<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnífico	86
<i>Heliomaster constantii</i>	Colibrí picudo occidental	7
<i>Lampornis amethystinus</i>	Colibrí garganta amatista	118
<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	16
<i>Tilmatura dupontii</i>	Colibrí cola pinta	-
<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer	7
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	15
<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra	22
<i>Calypte costae</i> **	Colibrí cabeza violeta	9
<i>Atthis heloisa</i>	Zumbador mexicano	8
<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador cola ancha	45
<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador canelo	75
<i>Selasphorus sasin</i>	Zumbador de Allen	-
<i>Selasphorus calliope</i>	Zumbador garganta rayada	12
<i>Chlorostilbon auriceps</i>	Esmeralda occidental	16
<i>Cynanthus sordidus</i>	Colibrí opaco	1
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	135
<i>Campylopterus curvipennis</i> **	Fandanguero mexicano	1
<i>Amazilia cyanocephala</i> **	Colibrí corona azul	3
<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí berilo	209
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	46
<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí corona violeta	57
<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro orejas blancas	263
<i>Hylocharis xantusii</i> **	Zafiro bajacaliforniano	1
GRUIFORMES/Rallidae		
<i>Coturnicops noveboracensis</i>	Polluela amarilla	-

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Rallus tenuirostris</i>	Rascón azteca	4
<i>Rallus limicola</i>	Rascón cara gris	2
<i>Aramides axillaris</i>	Rascón cuello canela	-
<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	19
<i>Hapalocrex flaviventer</i>	Polluela pecho amarillo	-
<i>Pardirallus maculatus</i>	Rascón pinto	1
<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallineta morada	-
<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta frente roja	7
<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	22
GRUIFORMES/Gruidae		
<i>Antigone canadensis</i>	Grulla gris	-
CHARADRIIFORMES/Recurvirostridae		
<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita americana	23
<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	5
CHARADRIIFORMES/Haematopodidae		
<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	1
CHARADRIIFORMES/Charadriidae		
<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	1
<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado americano	-
<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de Collar	30
<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	1
<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	-
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	2
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	23
CHARADRIIFORMES/Jacanidae		
<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	10
CHARADRIIFORMES/Scolopacidae		
<i>Bartramia longicauda</i>	Zarapito ganga	24

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador	-
<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo	1
<i>Limosa fedoa</i>	Picopando canelo	1
<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo	-
<i>Calidris canutus</i>	Playero rojo	-
<i>Calidris virgata</i>	Playero brincaolas	-
<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón	-
<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	1
<i>Calidris alpina</i>	Playero dorso rojo	-
<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	2
<i>Calidris minutilla</i>	Playero diminuto	150
<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	-
<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental	12
<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero pico corto	-
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo	18
<i>Gallinago delicata</i>	Agachona norteamericana	9
<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	75
<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	8
<i>Tringa incana</i>	Playero vagabundo	-
<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor	3
<i>Tringa semipalmata</i>	Playero pihuiuí	8
<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor	6
<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo pico largo	2
<i>Phalaropus lobatus</i>	Falaropo cuello rojo	4
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Falaropo pico grueso	9
CHARADRIIFORMES/Stercorariidae		
<i>Stercorarius maccormicki</i>	Págalo sureño	-
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Salteador robusto	-
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador parásito	-
<i>Stercorarius longicaudus</i>	Salteador cola larga	-
CHARADRIIFORMES/Alcidae		
<i>Ptychoramphus aleuticus</i>	Alquita oscura	1

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
CHARADRIIFORMES/Laridae		
<i>Xema sabini</i>	Gaviota cola hendida	-
<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora	18
<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	-
<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado	6
<i>Larus occidentalis</i>	Gaviota occidental	-
<i>Larus californicus</i>	Gaviota californiana	-
<i>Larus argentatus</i>	Gaviota plateada	-
<i>Anous stolidus</i>	Charrán café	-
<i>Onychoprion fuscatus</i>	Charrán albinegro	-
<i>Onychoprion anaethetus</i>	Charrán embridado	-
<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	4
<i>Gelochelidon nilotica</i>	Charrán pico grueso	-
<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán del Caspio	3
<i>Chlidonias niger</i>	Charrán negro	14
<i>Sterna hirundo</i>	Charrán común	12
<i>Sterna paradisaea</i>	Charrán ártico	9
<i>Sterna forsteri</i>	Charrán de Forster	-
<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real	3
<i>Thalasseus elegans</i>	Charrán elegante	-
<i>Rynchops niger</i>	Rayador americano	3
PHAETHONTIFORMES/Phaethontidae		
<i>Phaethon aethereus</i>	Rabijunco pico rojo	1
GAVIIFORMES/Gaviidae		
<i>Gavia immer</i>	Colimbo común	-
PROCELLARIIFORMES/Procellariidae		
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar norteño	-
<i>Ardenna pacifica</i>	Pardela cola cuña	-
<i>Ardenna grisea</i>	Pardela gris	3
<i>Ardenna creatopus</i>	Pardela patas rosadas	-

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Puffinus nativitatis</i>	Pardela de Isla Navidad	-
<i>Puffinus auricularis</i>	Pardela de Islas Revillagigedo	1
<i>Puffinus lherminieri</i>	Pardela de Audubon	-
PROCELLARIIFORMES/Hydrobatidae		
<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	Paíño de Leach	-
<i>Oceanodroma tethys</i>	Paíño de Galápagos	-
<i>Oceanodroma melania</i>	Paíño negro	-
<i>Oceanodroma microsoma</i>	Paíño mínimo	-
CICONIIFORMES/Ciconiidae		
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	-
SULIFORMES/Fregatidae		
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata tijereta	2
SULIFORMES/Sulidae		
<i>Sula dactylatra</i>	Bobo enmascarado	-
<i>Sula nebouxii</i>	Bobo patas azules	6
<i>Sula leucogaster</i>	Bobo café	6
<i>Sula sula</i>	Bobo patas rojas	-
SULIFORMES/Phalacrocoracidae		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	13
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejón	-
SULIFORMES/Anhingidae		
<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	-
PELECANIFORMES/Pelecanidae		
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco americano	1
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano café	2
PELECANIFORMES/Ardeidae		

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Botaurus lentiginosus</i>	Avetoro norteño	2
<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro menor	6
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	1
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	-
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	5
<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	11
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	5
<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	2
<i>Egretta rufescens</i>	Garza rojiza	-
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	15
<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	11
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna corona negra	8
<i>Nyctanassa violácea</i>	Garza nocturna corona clara	11
<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharón	1
PELECANIFORMES/Threskiornithidae		
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	9
<i>Plegadis chihi</i>	Ibis ojos rojos	8
<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	1
CATHARTIFORMES/Cathartidae		
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	-
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	2
<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	-
ACCIPITRIFORMES/Pandionidae		
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	1
ACCIPITRIFORMES/Accipitridae		
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico de gancho	1
<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	3
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	-
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Mississippi	-
<i>Circus hudsonius</i>	Gavilán rastrero	-

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho canela	9
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	4
<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	-
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	2
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	-
<i>Buteogallus solitarius</i>	Águila solitaria	-
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	1
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	4
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	-
<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	9
<i>Buteo lineatus</i>	Aguililla pecho rojo	-
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla alas anchas	-
<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	-
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	-
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	-
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	6
<i>Buteo lagopus</i>	Aguililla ártica	-
<i>Buteo regalis</i>	Aguililla real	-
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	-
STRIGIFORMES/Tytonidae		
<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	6
STRIGIFORMES/Strigidae		
<i>Psiloscopus flammeolus</i>	Tecolote ojos oscuros	4
<i>Megascops kennicottii</i>	Tecolote del oeste	5
<i>Megascops seductus</i>	Tecolote del Balsas	5
<i>Megascops cooperi</i>	Tecolote de Cooper	-
<i>Megascops trichopsis</i>	Tecolote rítmico	8
<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote sapo	1
<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	4
<i>Glaucidium gnoma</i>	Tecolote serrano	5
<i>Glaucidium palmarum</i>	Tecolote colimense	-
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajaño	21

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Micrathene whitneyi</i>	Tecolote enano	2
<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero	2
<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	8
<i>Strix occidentalis</i>	Búho moteado	-
<i>Strix varia</i>	Búho barrado	-
<i>Asio otus</i>	Búho cara canela	5
<i>Asio flammeus</i>	Búho sabanero	1
<i>Aegolius acadicus</i>	Tecolote oyamelero norteño	2
TROGONIFORMES/Trogonidae		
<i>Trogon citreolus</i>	Coa citrina	20
<i>Trogon elegans</i>	Coa elegante	12
<i>Trogon mexicanus</i>	Coa mexicana	10
<i>Euptilotis neoxenus</i>	Quetzal orejón	-
CORACIIFORMES/Momotidae		
<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto corona canela	43
CORACIIFORMES/Alcedinidae		
<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador de collar	1
<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño	7
<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín pescador amazónico	1
<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	15
PICIFORMES/Ramphastidae		
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucancillo verde	-
PICIFORMES/Picidae		
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	33
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	71
<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero del desierto	2
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	13
<i>Sphyrapicus thyroideus</i>	Carpintero elegante	-
<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero moteado	5

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	25
<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero café	4
<i>Picoides villosus</i>	Carpintero albinegro mayor	8
<i>Picoides arizonae</i>	Carpintero de Arizona	13
<i>Picoides stricklandi</i>	Carpintero transvolcánico	-
<i>Colaptes auricularis</i>	Carpintero corona gris	-
<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de pechera común	12
<i>Colaptes chrysoides</i> **	Carpintero de pechera del noroeste	1
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	5
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plateado	6
<i>Campephilus imperialis</i>	Carpintero imperial	-
FALCONIFORMES/ <i>Falconidae</i>		
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	1
<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón selvático barrado	-
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	-
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	1
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	26
<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	-
<i>Falco rufigularis</i>	Halcón murcielaguero	-
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	-
<i>Falco mexicanus</i>	Halcón mexicano	-
PSITTACIFORMES/ <i>Psittacidae</i>		
<i>Myiopsitta monachus</i> (INT)	Perico monje argentino	-
<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	15
<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	2
<i>Psittacara holochlorus</i> **	Perico mexicano	1
<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	Cotorra serrana occidental	1
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	3
<i>Amazona finschi</i>	Loro corona lila	-
<i>Amazona oratrix</i>	Loro cabeza amarilla	-
PSITTACIFORMES/ <i>Psittaculidae</i>		

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Melopsittacus undulatus</i> (INT)	Periquito australiano	-
PASSERIFORMES/ <i>Thamnophilidae</i>		
<i>Thamnophilus doliatus</i> **	Batará barrado	1
PASSERIFORMES/ <i>Grallariidae</i>		
<i>Grallaria guatemalensis</i>	Hormiguero cholino escamoso	1
PASSERIFORMES/ <i>Furnariidae</i>		
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos cabeza gris	-
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	11
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos mexicano	25
PASSERIFORMES/ <i>Tyrannidae</i>		
<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito chillón	15
<i>Myiopagis viridicata</i>	Mosquerito verdoso	12
<i>Tolmomyias sulphurescens</i> **	Mosquerito ojos blancos	1
<i>Xenotriccus mexicanus</i>	Mosquero del Balsas	-
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Papamoscas copetón	28
<i>Contopus cooperi</i>	Papamoscas boreal	-
<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas José María	39
<i>Contopus sordidulus</i>	Papamoscas del oeste	12
<i>Contopus virens</i>	Papamoscas del este	-
<i>Empidonax flaviventris</i>	Papamoscas vientre amarillo	-
<i>Empidonax traillii</i>	Papamoscas saucero	17
<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas garganta blanca	21
<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas chico	84
<i>Empidonax hammondii</i>	Papamoscas de Hammond	65
<i>Empidonax wrightii</i>	Papamoscas bajacolita	19
<i>Empidonax oberholseri</i>	Papamoscas matorralero	62
<i>Empidonax affinis</i>	Papamoscas pinero	11
<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas amarillo del Pacífico	96
<i>Empidonax occidentalis</i>	Papamoscas amarillo barranqueño	36
<i>Empidonax fulvifrons</i>	Papamoscas pecho canela	44

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	10
<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas fibí	-
<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	34
<i>Attila spadiceus</i>	Mosquero atila	2
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	33
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	48
<i>Myiarchus nuttingi</i>	Papamoscas huí	20
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas gritón	17
<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Papamoscas mexicano	3
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	49
<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	-
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	13
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado común	5
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	60
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano chibiú	22
<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	8
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	3
<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta rosado	-
PASSERIFORMES/Tityridae		
<i>Tityra semifasciata</i>	Titira puerquito	5
<i>Pachyramphus major</i>	Cabezón mexicano	-
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	6
PASSERIFORMES/Laniidae		
<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano	29
PASSERIFORMES/Vireonidae		
<i>Vireolanius melitophrys</i>	Vireón arlequín	12
<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo amarillo	17
<i>Vireo brevipennis</i>	Vireo pizarra	1
<i>Vireo atricapilla</i>	Vireo gorra negra	3
<i>Vireo nelsoni</i>	Vireo enano	9

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	71
<i>Vireo huttoni</i>	Vireo reyezuelo	75
<i>Vireo cassinii</i>	Vireo de Cassin	22
<i>Vireo solitarius</i>	Vireo anteojillo	-
<i>Vireo plumbeus</i>	Vireo plomizo	5
<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	141
<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	51
<i>PASSERIFORMES/Corvidae</i>		
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca cara negra	-
<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	17
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	1
<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	Chara de San Blas	5
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara copetona	9
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara transvolcánica	19
<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo llanero	-
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	4
<i>PASSERIFORMES/Alaudidae</i>		
<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	1
<i>PASSERIFORMES/Hirundinidae</i>		
<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	-
<i>Progne sinaloae</i>	Golondrina sinaloense	-
<i>Progne chalybea</i>	Golondrina pecho gris	14
<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	3
<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	10
<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	27
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	62
<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	-
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	33
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	27
<i>PASSERIFORMES/Paridae</i>		

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero mexicano	7
<i>Baeolophus wollweberi</i>	Carbonero embridado	1
PASSERIFORMES/Remizidae		
<i>Auriparus flaviceps</i> **	Baloncillo	6
PASSERIFORMES/Aegithalidae		
<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	62
PASSERIFORMES/Sittidae		
<i>Sitta carolinensis</i>	Bajapalos pecho blanco	6
<i>Sitta pygmaea</i>	Bajapalos enano	2
PASSERIFORMES/Certhiidae		
<i>Certhia americana</i>	Trepadorcito americano	36
PASSERIFORMES/Troglodytidae		
<i>Salpinctes obsoletus</i>	Saltapared de rocas	1
<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared barranqueño	13
<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared común	124
<i>Troglodytes tanneri</i> **	Saltapared de Isla Clarión	2
<i>Cistothorus platensis</i>	Saltapared sabanero	-
<i>Cistothorus palustris</i>	Saltapared pantanero	8
<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared cola larga	39
<i>Campylorhynchus megalopterus</i>	Matraca barrada	25
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca nuca canela	9
<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca serrana	41
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	5
<i>Pheugopedius felix</i>	Saltapared feliz	40
<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared sinaloense	21
<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Saltapared barrado	16
<i>Uropsila leucogastra</i>	Saltapared vientre blanco	5
<i>Henicorhina leucophrys</i>	Saltapared pecho gris	9

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
PASSERIFORMES/ <i>Poliptilidae</i>		
<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azulgris	99
<i>Poliptila melanura</i>	Perlita del desierto	1
<i>Poliptila albiloris</i>	Perlita pispirria	4
PASSERIFORMES/ <i>Cinclidae</i>		
<i>Cinclus mexicanus</i>	Mirlo acuático norteamericano	5
PASSERIFORMES/ <i>Regulidae</i>		
<i>Regulus satrapa</i>	Reyezuelo corona amarilla	6
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo matraquita	118
PASSERIFORMES/ <i>Turdidae</i>		
<i>Sialia sialis</i>	Azulejo garganta canela	21
<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo garganta azul	3
<i>Sialia currucoides</i>	Azulejo pálido	-
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	30
<i>Myadestes unicolor</i> **	Clarín unicolor	1
<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal pico naranja	109
<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal mexicano	151
<i>Catharus frantzii</i>	Zorzal de Frantzius	5
<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de anteojos	15
<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola canela	64
<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo garganta blanca	87
<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	99
<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	57
<i>Ridgwayia pinicola</i>	Mirlo azteca	25
PASSERIFORMES/ <i>Mimidae</i>		
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	53
<i>Dumetella carolinensis</i>	Mau llador gris	1
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche pico curvo	31
<i>Toxostoma cinereum</i> **	Cuicacoche bajacaliforniano	1

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Mimus graysoni</i> **	Centzontle de Isla Socorro	1
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	29
PASSERIFORMES/ <i>Sturnidae</i>		
<i>Sturnus vulgaris</i> (INT)	Estornino pinto	-
PASSERIFORMES/ <i>Bombycillidae</i>		
<i>Bombycilla cedrorum</i>	Chinito	13
PASSERIFORMES/ <i>Ptiliognatidae</i>		
<i>Ptiliognys cinereus</i>	Capulinerio gris	38
<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinerio negro	-
PASSERIFORMES/ <i>Peucedramidae</i>		
<i>Peucedramus taeniatus</i>	Ocotero enmascarado	14
PASSERIFORMES/ <i>Passeridae</i>		
<i>Passer domesticus</i> (INT)	Gorrión doméstico	61
PASSERIFORMES/ <i>Motacillidae</i>		
<i>Anthus cervinus</i>	Bisbita garganta roja	-
<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita norteamericana	3
<i>Anthus spragueii</i>	Bisbita llanera	-
PASSERIFORMES/ <i>Fringillidae</i>		
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	-
<i>Euphonia elegantissima</i>	Eufonia gorra azul	4
<i>Coccothraustes abeillei</i>	Picogrueso encapuchado	6
<i>Coccothraustes vespertinus</i>	Picogrueso norteño	-
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	81
<i>Haemorhous cassinii</i>	Pinzón serrano	-
<i>Loxia curvirostra</i>	Picotuerto rojo	14
<i>Spinus pinus</i>	Jilguerito pinero	12
<i>Spinus notatus</i>	Jilguerito encapuchado	43

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito dominico	125
<i>Spinus lawrencei</i> **	Jilguerito cara negra	1
<i>Serinus canaria</i> (INT)	Canario	1
PASSERIFORMES/Calcariidae		
<i>Rhynchophanes mccownii</i>	Escribano de Mccown	-
PASSERIFORMES/Rhodinocichlidae		
<i>Rhodinocichla rosea</i>	Tangara pecho rosa	-
PASSERIFORMES/Passerellidae		
<i>Arremon brunneinucha</i> **	Rascador gorra castaña	1
<i>Arremon virenticeps</i>	Rascador cejas verdes	50
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	15
<i>Atlapetes pileatus</i>	Rascador gorra canela	102
<i>Pipilo ocai</i>	Rascador de collar	9
<i>Pipilo chlorurus</i>	Rascador cola verde	4
<i>Pipilo maculatus</i>	Rascador moteado	29
<i>Pipilo maculatus x ocai</i>	Rascador híbrido	19
<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero canelo	19
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona canela	2
<i>Melozone biarcuata</i> **	Rascador patilludo	1
<i>Melozone kieneri</i>	Rascador nuca canela	40
<i>Melozone fusca</i>	Rascador viejita	67
<i>Peucaea carpalis</i> **	Zacatonero hombros canela	2
<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	78
<i>Peucaea humeralis</i>	Zacatonero pecho negro	12
<i>Peucaea botterii</i>	Zacatonero de Botteri	4
<i>Peucaea cassinii</i>	Zacatonero de Cassin	3
<i>Oriturus superciliosus</i>	Zacatonero serrano	8
<i>Spizella passerina</i>	Gorrión cejas blancas	123
<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	26
<i>Spizella breweri</i>	Gorrión de Brewer	8
<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión barba negra	9

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Pooecetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca	10
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	29
<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	12
<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero	12
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	6
<i>Melospiza melodía</i>	Gorrión cantor	15
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	192
<i>Melospiza georgiana</i>	Gorrión pantanero	-
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	7
<i>Junco hyemalis</i>	Junco ojos negros	-
<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojos de lumbre	112
<i>Chlorospingus flavopectus</i> **	Chinchinero común	4
PASSERIFORMES/Icteriidae		
<i>Icteria virens</i>	Chipe grande	77
PASSERIFORMES/Icteridae		
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla	12
<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortillaconchile	5
<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero del oeste	-
<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano	62
<i>Icterus wagleri</i>	Calandria de Wagler	27
<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña	81
<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	43
<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado	99
<i>Icterus bullockii</i>	Calandria cejas naranjas	28
<i>Icterus pectoralis</i>	Calandria pecho moteado	1
<i>Icterus graduacauda</i>	Calandria capucha negra	3
<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore	18
<i>Icterus abeillei</i>	Calandria flancos negros	34
<i>Icterus parisorum</i>	Calandria tunera	9
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	3
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	45
<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	30

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojos amarillos	1
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	49
<i>PASSERIFORMES/Parulidae</i>		
<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	16
<i>Helmitheros vermivorum</i>	Chipe gusanero	1
<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	21
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	16
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	48
<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado	1
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Chipe cejas blancas	17
<i>Oreothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino	1
<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe oliváceo	195
<i>Oreothlypis crissalis</i>	Chipe de Colima	14
<i>Oreothlypis luciae</i>	Chipe rabadilla castaña	42
<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Chipe cabeza gris	141
<i>Oreothlypis virginiae</i>	Chipe de Virginia	16
<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	2
<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe lores negros	171
<i>Geothlypis philadelphia</i>	Chipe de pechera	-
<i>Geothlypis speciosa</i>	Mascarita del Lerma	16
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	86
<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	-
<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	16
<i>Setophaga americana</i>	Chipe pecho manchado	-
<i>Setophaga pitiayumi</i>	Chipe tropical	2
<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolias	-
<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	149
<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe playero	-
<i>Setophaga coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	169
<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta amarilla	-
<i>Setophaga graciae</i>	Chipe cejas amarillas	10
<i>Setophaga nigrescens</i>	Chipe negrogris	32
<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe de Townsend	60

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	27
<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	-
<i>Basileuterus lachrymosus</i>	Pavito de rocas	16
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	42
<i>Basileuterus belli</i>	Chipe cejas doradas	91
<i>Basileuterus culicivorus</i> **	Chipe cejas negras	1
<i>Cardellina canadensis</i>	Chipe de collar	-
<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	185
<i>Cardellina rubrifrons</i>	Chipe cara roja	10
<i>Cardellina rubra</i>	Chipe rojo	56
<i>Myioborus pictus</i>	Pavito alas blancas	5
<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito alas negras	114
<i>PASSERIFORMES/Cardinalidae</i>		
<i>Piranga flava</i>	Piranga encinera	77
<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	5
<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja	18
<i>Piranga bidentata</i>	Piranga dorso rayado	15
<i>Piranga erythrocephala</i>	Piranga cabeza roja	8
<i>Habia rubica</i>	Piranga hormiguera corona roja	19
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	9
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal desértico	5
<i>Pheucticus chrysopleus</i>	Picogordo amarillo	-
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo degollado	2
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	120
<i>Granatellus venustus</i>	Granatelo mexicano	6
<i>Amaurospiza concolor</i>	Semillero azul	1
<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azulnegro	36
<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	57
<i>Passerina amoena</i>	Colorín pecho canela	15
<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	58
<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín pecho naranja	185
<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado	162
<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	155

ORDEN/Familia Nombre científico	Nombre español	No. ejemp.
<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano	4
<i>PASSERIFORMES/Thraupidae</i>		
<i>Haplospiza rustica</i>	Semillero pizarra	1
<i>Diglossa baritula</i>	Picochueco vientre canela	55
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	153
<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	121
<i>Sporophila minuta</i>	Semillero pecho canela	17
<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	12







Colección científica de Mamíferos

MARÍA CONCEPCIÓN APÁTIGA CASTELÁN, ROMÁN SORIA BALTAZAR
Y ARTURO NÚÑEZ GARDUÑO

RESUMEN

Los mamíferos silvestres del estado de Michoacán han sido estudiados por diversos investigadores, en su mayoría extranjeros, desde el siglo XIX, y en nuestra Universidad surgió el interés de hacerlo en la joven escuela y hoy Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. De dicho interés por conocer la diversidad de especies de mamíferos michoacanos, surge la creación del Laboratorio de Mastozoología y al mismo tiempo la Colección Científica de Mamíferos, cuyo objetivo principal es tener representada la mastofauna del estado de Michoacán y secundariamente la de estados vecinos. Esta colección busca además brindar apoyo y asesoría a estudiantes de biología y otras áreas afines, fomentar el estudio de la mastofauna, y formar recursos humanos que amplíen y diversifiquen el estudio de los mamíferos silvestres. Constituye por lo tanto una fuente de consulta estatal, regional, nacional y hasta internacional. La colección cuenta con un acervo de 3,821 ejemplares, en su mayoría pieles y cráneos. Estos ejemplares son principalmente michoacanos y se clasifican en nueve órdenes, 25 familias, 30 géneros y 121 especies, lo que corresponde al 80% de la mastofauna registrada para el estado (161 especies). Se cuenta con ejemplares que proceden de otros estados de la República Mexicana como Baja California Sur, Guanajuato, Colima, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, San Luis Potosí y Nayarit. La colección cuenta además con acervos asociados como son los moldes de huellas, ejemplares de exhibición y de más reciente creación, la colección de pelo de roedores y murciélagos michoacanos. Durante 37 años de vida del Laboratorio de Mastozoología y su colección científica de mamíferos, se han realizado diversos proyectos de investigación en colaboración con investigadores nacionales y extranjeros lo que ha favorecido el aumento en el número de especímenes de esta colección.



Figura 1. Ejemplares de ardilla de tierra, *Otospermophilus variegatus*, (GV).

INTRODUCCIÓN

Los mamíferos ocupan prácticamente todas las regiones del planeta, desde ambientes terrestres hasta los acuáticos y desde los densos bosques tropicales hasta las regiones polares (Vaughan et al., 2000). Esto es posible gracias a varias de sus características de historia de vida, conducta y fisiología, entre ellas: la endotermia, el desarrollo interno del embrión, la producción de leche para la alimentación de sus crías, el cuidado paterno, la presencia de pelo y sentidos muy desarrollados así como las especializaciones de dentaduras y aparatos digestivos, entre otras



Figura 2. Ejemplares de liebre, *Lepus callotis*, (GV).

(Hildebrand, 1995; Pough, 2003). La capacidad de adaptarse a ambientes muy variados se refleja en la existencia de una considerable diversidad de especies.

A nivel mundial se tienen registradas 5,487 especies de mamíferos (UICN, 2009), de las cuales 522 habitan en nuestro país (Ceballos et al., 2002). Esto hace que México ocupe el tercer lugar a nivel mundial en cuanto su diversidad de mamíferos. Esta gran riqueza de especies, y de endemismos se debe entre otras causas al aporte de los órdenes Rodentia, Chiroptera, Carnivora, Soricomorpha y Lagomorpha (Núñez, 1997; Lorenzo et al., 2006; Ceballos et al., 2002; García del Valle y Estrada, 2010). Michoacán ocupa el cuarto lugar en diversidad de mamíferos silvestres

a nivel nacional, en la actualidad se tienen registradas 161 especies en nueve órdenes, 25 familias y 86 géneros, lo que corresponde el 35% de la mastofauna de México (Núñez, 2005; Robles et al., 2015). Esta gran diversidad y riqueza es producto de la localización geográfica, la confluencia de dos grandes áreas zoo-geográficas (neártica y neotropical) y la orografía bastante accidentada que se presenta en el estado. Estas condiciones crean una gran variedad de ambientes que permiten albergar especies de mamíferos con requerimientos ecológicos muy diversos (Núñez, 1989, 2003a, 2003b y 2005). Los mamíferos desempeñan un papel muy importante dentro de la trama ecológica, al grado que al desaparecer o disminuir sus poblaciones se afectan procesos ecológicos que a su vez afectan la viabilidad de otras especies (Núñez, 2005). Por otra parte, el acelerado deterioro de los ecosistemas tiene como consecuencia la extinción de un número importante de especies, por ello las colecciones científicas son, posiblemente, el acervo más importante para el conocimiento de la biodiversidad, a diferencia de otras fuentes de información biológica. Una colección científica brinda la oportunidad de realizar consultas, cuantas veces sea necesario, así como de tomar medidas, muestras y datos asociados que de otra manera sería imposible recuperar. Las colecciones científicas son uno de los pocos medios para contar con evidencia física de formas de vida actuales y extintas (Lorenzo et al., 2006).

Dentro de este contexto se ubica la necesidad de conocer la mastofauna michoacana, como un medio de comprender su origen e importancia y como un paso fundamental para avanzar en la urgente tarea de establecer estrategias para su adecuado manejo y conservación (Núñez, 2005). Es así como nace el interés por crear el Laboratorio de Mastozoología y con él la Colección Científica de Mamíferos de la UMNSH, cuyas funciones son: a) Recolectar, curar y preservar ejemplares representativos del estado de Michoacán; b) Organizar las diferentes especies que conforman su acervo para proporcionar información fehaciente sobre la diversidad mastofaunística del estado y del país; c) Conocer la distribución de las especies en la región; d) Contar con material comparativo que permita la determinación y descripción de especies; e) Generar y publicar información especializada en el campo de la mastofauna y f) Coadyuvar a la formación de nuevos profesionistas.



Figura 3. Piel y cráneos de zorrillo de dos bandas, *Mephitis macroura*, (GV).

RESEÑA HISTÓRICA

La Colección de Mamíferos de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se fundó en el año 1981. Esta colección está registrada ante la SEMARNAT y cuenta con permiso de colector nacional FAUT-0096, para el área de mamíferos. Con la llegada del biólogo Arturo Núñez Garduño a esta institución nació la idea de establecer una colección, que además formaría parte del también naciente Laboratorio de Mastozoología. La colección inició con 35 especímenes y ha crecido gracias a los viajes que se han realizado, a lo largo de estos años, como parte de las prácticas de campo de estudiantes de la licenciatura en biología, que han permitido la captura de numerosos especímenes, así como su correcta preparación e identificación taxonómica.



Figura 4. Cráneos de coyote, *Canis latrans*, (GV).

Además se han realizado diversos proyectos de investigación, que han incluido salidas a diversas partes del estado de Michoacán, en donde se han obtenido ejemplares de mamíferos silvestres. Otros ejemplares se han obtenido durante excursiones realizadas como parte de proyectos internacionales en donde se ha colaborado con investigadores como Robert D. Owen y Celia López (Texas Tech University) y Donald E. Gettinger (Universidad Central de Arkansas). Así mismo, se ha colaborado con investigadores de instituciones nacionales como Ricardo López Wilchis (Universidad Autónoma Metropolitana) y Cornelio Sánchez Hernández (Universidad Nacional Autónoma de México) como parte de proyectos enfocados a estudiar la diversidad y zoogeografía de mamíferos michoacanos. También se ha colaborado con investigadores de la estación Biológica Doñana de Sevilla, España (Carlos Ibáñez Urdari y Javier Juste Ballesta) y de la UAM-Iztapalapa (Ricardo López Wilchis) en el proyecto Señales de ecolocación de murciélagos mexicanos, del que se obtuvieron ejemplares de murciélagos de diversas zonas del estado.

Otros especímenes se han conseguido mediante el desarrollo de proyectos de investigación propios del Laboratorio de Mastozoología, apoyados por la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, que han permitido la obtención de ejemplares de mamíferos provenientes de diferentes regiones del estado y material e información para diversas publicaciones. Por otra parte, se cuenta con alrededor de 65 especímenes, provenientes de diversas partes del país, donados por Ticul Álvarez a nuestra colección, originalmente pertenecientes a la Colección de Vertebrados del Instituto Politécnico Nacional. Así mismo, se han recibido ejemplares del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (delegación Uruapan, Michoacán).

Hoy en día, los especímenes capturados se identifican y sólo se capturan aquellos importantes por algún detalle. Por ejemplo, la presencia de una coloración diferente a la reconocida para la especie o por no estar representada en la colección. Por lo tanto, la mayoría de los animales capturados son liberados una vez registrada toda la información necesaria. Los académicos adscritos al Laboratorio de Mastozoología son la maestra en ciencias María Concepción Apátiga Castelán y los doctores Román Soria Baltazar y Arturo Núñez Garduño. Además, se cuenta con la participación de cinco pasantes de biología que realizan su tesis de licenciatura y tres prestadores de servicio social. Durante la existencia de este laboratorio se han titulado alrededor de 50 estudiantes de la carrera de biología, principalmente de nivel licenciatura así como algunos a nivel de maestría y doctorado. Estos estudiantes han desarrollado sus proyectos de tesis sobre aspectos diversos de los mamíferos michoacanos.



Figura 5. Murciélago, *Chiroderma salvini*. Las especies de murciélagos constituyen un componente muy importante de la diversidad mastofaunística de Michoacán, con 76 especies registradas, (GV).

CARACTERÍSTICAS DEL ACERVO

Hasta diciembre de 2017 la Colección de Mamíferos contaba con 3,821 ejemplares catalogados. De estos, 2,580 constan de piel y cráneo, 625 solo son cráneos y 616 pieles solo son pieles. Estos ejemplares abarcan nueve ordenes (Didelphimorphia, Soricomorpha, Chiroptera, Lagomorpha, Rodentia, Pilosa, Singulata, Carnivora y Artiodactyla), 22 familias, 30 géneros y 121 especies. Esto representa el 80% de la mastofauna registrada para el estado (Álvarez, 1968; Núñez, 2005; Robles et al., 2015). Del total de las especies albergadas en la colección el 48% son roedores, 47% murciélagos, 4% carnívoros, 0.3% marsupiales y artiodáctilos, 0.2% lagomorfos y 0.1% soricomorfos y xenartros (pilosa y cingulata). De las tres especies de mamíferos endémicos existentes en el estado, la colección cuenta con 5 ejemplares de una: el murciélago *Rhogessa mira*. Actualmente se cuenta con aproximadamente 100 ejemplares que están en proceso de ser determinados y catalogados.



Figura 6. Ejemplar de tuza, *Thomomys umbrinus*. El grupo de las tuzas tiene un representante endémico en el estado de Michoacán y corresponde a la especie *Zygoeomys trichopus*, (GV).

Además de la colección referida se han constituido tres colecciones asociadas. La primera consta de moldes de huellas, con un número aproximado de 150 ejemplares. La segunda está constituida por ejemplares de exhibición y consta de 20 ejemplares. Finalmente, se está creando una colección de pelo de roedores y murciélagos michoacanos que actualmente consta de 240 muestras. Por otra parte se cuenta con una colección didáctica, la cual está constiuida por 50 ejemplares de diversos órdenes y especies de mamíferos. Esta colección tiene como fin ser utilizada para actividades de divulgación y difusión (talleres, prácticas, pláticas). El acervo de la colección incluye principalmente representantes del estado de Michoacán, pero también cuenta con ejemplares de otros estados: Baja California Sur (14 ejemplares), Chiapas (32 ejemplares), Colima (59 ejemplares), Guanajuato (84 ejemplares), Oaxaca y SLP (3 ejemplares), Veracruz y Nayarit (1 ejemplar). Las regiones del estado mejor muestreadas son la meseta Purhépecha, zona costera, sierra de Coalcomán, zona oriente media y la parte norte de Maruata hasta Pómaro y algunas localidades de Tierra Caliente.



Figura 7. Ejemplar de exhibición, cacomixtle, *Bassariscus astutus*, (GV).

HECHOS NOTABLES

La Colección de Mamíferos de la UMSNH es relativamente pequeña si se compara con las principales colecciones del país como la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México que cuenta con 43,500 ejemplares de 454 especies del país; la Colección Mastozoológica de la Escuela Nacional de Ciencias del Instituto Politécnico Nacional que alberga 43, 225 ejemplares de 427 especies del principalmente del país pero también en menor medida de EUA, Canadá y Guatemala; la Colección de Mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana con 16, 550 ejemplares de 222 especies y la del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (SIBNOR) que cuenta en su acervo con 12,748 ejemplares de 226 especies de todos los estados del país, pero en su mayoría de la península de Baja California (Lorenzo et. al., 2006). Sin embargo, a nivel regional la Colección de Mamíferos de la UMSNH constituye un acervo científico de sumo valor ya que alberga representantes de 128 especies, que corresponden al 80% de la mastofauna registrada para el estado (161) y el 24.3% de las especies registradas en el país. Por otra parte, cabe destacar que más de mil ejemplares de la colección, han sido utilizados para estudios taxonómicos, ecológicos, biogeográficos, morfométricos, parasitológicos y de conservación, para desarrollo de tesis de licenciatura, maestría y doctorado, así como para publicaciones científicas por parte de investigadores nacionales e internacionales. Actualmente se desarrollan proyectos de investigación en el Laboratorio de Mastozología sobre hábitos alimenticios y endoparásitos de mamíferos del orden Carnívora, que habitan en localidades cercanas a los municipios de Morelia, Pátzcuaro y Uruapan en Michoacán. Estos proyectos aprovechan los ejemplares de la Colección de Mamíferos y favorecen el crecimiento de la misma.



Figura 8. Ejemplar de exhibición, ardilla, *Sciurus aureogaster*, (GV).

PRESERVACIÓN Y PROCESO CURATORIAL

El proceso curatorial es el procedimiento al que se somete a un mamífero desde su colecta hasta su incorporación de manera definitiva a una colección. Este proceso debe asegurar que las condiciones de los ejemplares depositados en ella sean las óptimas para su preservación y mantenimiento. Los ejemplares y sus datos asociados son extremadamente valiosos (Lorenzo et. al., 2006), por lo que los procesos curatoriales requieren mantener la integridad de la colección de manera permanente, para alentar su uso y promover el conocimiento de la historia natural de las especies. En la Colección de Mamíferos de la UMSNH se realizan los siguientes pasos en el proceso curatorial: colecta, preparación, determinación, catalogación, ingreso definitivo, fumigación y mantenimiento. El primer paso es el sacrificio de los ejemplares evitando sufrimiento y el daño a la piel y cráneo, en seguida se hace la determinación del sexo y la condición reproductora, posteriormente se toman medidas convencionales para mamíferos y se separa la piel del cuerpo, ésta se rellena de algodón, en seguida se coloca una etiqueta en la pata trasera derecha con los siguientes datos: en el anverso, el nombre científico; en el reverso, la localidad de colecta, el sexo, condición reproductora, número y nombre del colector, fecha y las medidas corporales y el peso y el número de catálogo de la colección va por ambos lados de la etiqueta.



Figura 9. Cráneo de puma, *Puma concolor*, (GV).

La determinación es el proceso por el cual se llega a la ubicación del ejemplar en una categoría taxonómica, esta tarea la realiza un taxónomo especialista en mamíferos. Todos los ejemplares que ingresan en la colección deben estar correctamente identificados con base a la nomenclatura propuesta por Ramírez-Pulido (2005).



Figura 10. Ejemplar de exhibición, tlacuache, *Didelphis virginiana*, (GV).

Una vez hecha la determinación, se etiqueta el ejemplar con su nombre científico escrito con lápiz. En la catalogación se asigna un número único, permanente y progresivo a cada ejemplar que se incorpora a la colección. Este número se escribe en el catálogo del colector, en la etiqueta de la piel y en el cráneo. Para el ingreso definitivo las pieles deben estar bien preparadas, los cráneos perfectamente limpios, los rótulos que identifiquen a la especie deben estar legibles y bien sujetos a los ejemplares. El personal de la colección es responsable de detectar cualquier tipo de plaga, en tiempos pasados se utilizaban diversas sustancias agresivas contra las plagas, pero que son dañinas para la salud; hoy en día, considerando que nuestra colección tiene las condiciones adecuadas de luz, control de humedad y el espacio y los muebles en donde se albergan los ejemplares son los adecuados, se realizan dos fumigaciones al año, utilizando sustancias menos agresivas para el personal pero efectivo contra las plagas. La fumigación se lleva a cabo por personal especializado y se realiza durante los periodos vacacionales para dejar que el fumigante actúe durante ese periodo sin interferir con las actividades propias de la colección y del personal que aquí labora.

RESGUARDO DE LA COLECCIÓN

La colección cuenta con una sala exclusiva para el alojamiento de los especímenes, con 18 muebles adecuados para ejemplares de colección, además de un área exclusiva para la preparación taxidérmica y limpieza de cráneos de mamíferos. Los datos de la colección se encuentran en un catálogo maestro en papel, con dos copias, así como una versión electrónica en Excel, la cual próximamente se ingresará a la base biótica de la CONABIO; además se cuenta con una biblioteca asociada con libros diversos, tesis de licenciatura, maestría y doctorado y más de 700 artículos científicos especializados en temas mastozoológicos.

La colección se encuentra en mantenimiento y actualización constantes; el área se encuentra siempre cerrada y con poca entrada de luz para evitar la decoloración de las pieles. El acervo biológico de mamíferos de la UMSNH cuenta con el personal, espacio, equipo y mobiliario para el manejo y la conservación de la misma, así como de las colecciones accesorias; el número de especímenes continúa incrementándose y todo el material como sus datos asociados resguardados en ella se encuentran disponibles para todo público, previa solicitud por escrito al coordinador en turno.

IMPACTO CIENTÍFICO Y SOCIAL

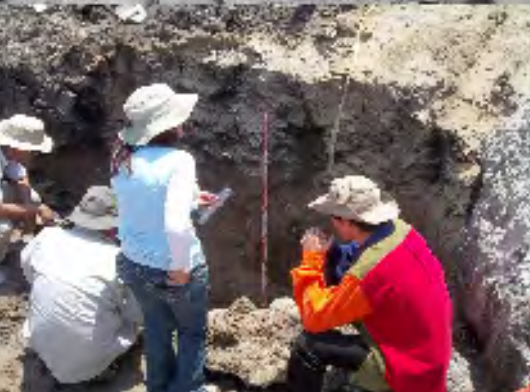
La Colección de Mamíferos tiene primordialmente fines científicos y de docencia. En primera instancia tiene como objetivo la preservación de ejemplares de mamíferos para realizar investigación en sistemática, taxonomía, ecología y la conservación de este grupo faunístico. En cuanto a docencia, busca impulsar la formación de profesionistas en el campo de la mastozoología al ser la base para la realización de trabajos de tesis dirigidos a la obtención de distintos grados académicos, además permite la realización de estancias académicas, servicios sociales, prácticas de laboratorio e impartición de materias optativas. Por otra parte, la colección es un medio para promover el interés por los mamíferos en estudiantes principalmente del área de la biología, pero también de otros niveles académicos y sectores. Como parte de los trabajos de investigación en la colección se han registrado nuevas especies, cuyos ejemplares se encuentran bajo resguardo. Entre las especies registradas más recientemente se encuentra el coendú o roedor espinoso *Coendou mexicanus* (Núñez, 2005).

De esta manera, la colección presta servicio a investigadores, tesistas y estudiantes de la carrera de biología y en menor proporción a consultores y otros profesionales que requieren información sobre mamíferos. También se imparten pláticas a estudiantes de diversos niveles académicos y se realizan visitas guiadas.



REFERENCIAS

- Álvarez, T. (1968). Notas sobre una colección de mamíferos de la región costera del Río Balsas entre Michoacán y Guerrero. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 29, 21-35.
- Apátiga, C. y Núñez, G. (2003). *Claves para la identificación taxonómica de los mamíferos michoacanos*. Laboratorio de Mastozoología. Facultad de Biología. U.M.S.N.H. Morelia, Michoacán.
- Ceballos, G., Arroyo Cabrales, J. y Medellín, R. (2002). The mammals of Mexico: composition distribution and conservation status. *Occasional papers The Museum of Texas Tech University*, 218, 1-27.
- Galván, S. (2010). Mamíferos y aves silvestres registrados en una zona de los Montes de María, Colosó, Sucre, Colombia. *Biodiversidad Tropical* (pp 45-57).
- García del Valle, M. C. y Estrada, A. (2010). *Estudio para la identificación de especies de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional Palenque, Palenque, Chiapas, México* (pp 84).
- Hildebrand, M. (1995). *Análise de estrutura dos vertebrados*. Sao Paulo.
- IUCN. (2009). *Mammals on the IUCN Red List—IUCN Red List Status*.
- Lorenzo, C., Espinoza, E., Briones, M. y Cervantes, F. (2006). *Colecciones mastozoológicas de México*. Inst. Biol. UNAM-AMMAC. Primera Edición. México, D.F.
- Núñez, A. (1989). *Los mamíferos silvestres de Michoacán*. CIC-UMSNH. Boletín, 12, 22-26.
- Núñez, A. (1997). *Mamíferos. Biodiversidad en Michoacán*. Catálogo de Biodiversidad en Michoacán.
- Núñez, A. (2003a). *Los mamíferos en Atlas geográfico del estado de Michoacán*. Gobierno del Estado de Michoacán. Ed. EDDISA. México (pp 83-84).
- Núñez, A. (2003b). *Mamíferos silvestres del estado de Michoacán, lista actualizada, distribución y estatus de metapoblaciones*. Facultad de Biología. UMSNH. *Biológicas*, 5, 30-39.
- Núñez, A. (2005). *Los mamíferos silvestres de Michoacán, diversidad, biología e importancia*. UMSNH. Morelia, Michoacán.
- Ramírez Pulido, J., Arroyo Cabrales, J. y Castro Campillo, A. (2005). Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 21, 21-82.
- Robles H. J. C., Apátiga C. M.C. y Soria B. R. (2015). *Guía de campo para la identificación taxonómica de mamíferos silvestre de Michoacán*. UMSNH. Morelia Michoacán.
- Pough, F. H. (2003). *A vida dos vertebrados*. 3 ed. Sao Paulo.
- Vaughan, T., Ryan, J. y Czaplewski, R. (2000). *Mammalogy*. 4ed. Toronto.



Colección Paleontológica

MARÍA LUISA GARCÍA ZEPEDA, ALEJANDRO H. MARÍN LEYVA
Y J. RAMÓN LÓPEZ GARCÍA

RESUMEN

Los fósiles son una fuente de información única e irremplazable con la que se hacen interpretaciones geológicas, sistemáticas, paleobiológicas, paleobiogeográficas, evolutivas y paleoclimáticas. Por lo tanto, los fósiles se deben de conservar en colecciones científicas como la Colección Paleontológica de la Universidad Michoacana (CPUM), que tiene como característica común el concentrar archivos del conocimiento, en este caso particular restos fósiles, en un espacio determinado con el fin de conservarlos y mantenerlos disponibles a largo plazo. La Colección Paleontológica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se fundó a principios de los años 90, con la colaboración de diversos académicos adscritos a la Facultad de Biología que fueron de vital importancia para su mantenimiento. La CPUM cuenta con más de 1,500 piezas fósiles correspondientes a organismos de vertebrados e invertebrados, recolectados durante la realización de más de 25 trabajos de tesis y alrededor de 10 proyectos de investigación, permitiendo la publicación de más de 15 artículos científicos en revistas indizadas y de difusión, esto debido a que en los yacimientos fosilíferos del estado de Michoacán está representada una parte de la riqueza y variedad de la paleodiversidad registrada a través del tiempo geológico. Las regiones representativas de Michoacán son: Huetamo-San Lucas, la Sierra de Coalcomán, donde los afloramientos de invertebrados marinos son muy comunes, y la cuenca de Cuitzeo dentro del Cinturón Volcánico Trans-mexicano, sitio propicio para la fosilización de restos de vertebrados del Plioceno y Pleistoceno. Los restos depositados en la CPUM han colaborado a entender el pasado de diferentes fenómenos biológicos pretéritos de gran importancia científica. La CPUM, por otra parte, tiene la gran responsabilidad social de conservar el patrimonio prehistórico del estado, además de divulgar dicho conocimiento a la sociedad en general a través de ferias científicas y en un futuro un museo de paleontología.

INTRODUCCIÓN

La paleontología se define como “la ciencia que estudia los seres orgánicos que vivieron en épocas pretéritas sobre la Tierra bajo todos sus aspectos, y muy especialmente busca sus posibles relaciones mutuas o con el medio ambiente en que se desarrollaron y su ordenación en el tiempo” (Meléndez, 1977).

Los fósiles se pueden estudiar gracias a los restos de los organismos que han llegado hasta nosotros formando parte de las rocas sedimentarias y se han conservado en el transcurso de los tiempos geológicos. Por lo tanto, podemos definir a la Paleontología como la ciencia que estudia los fósiles en todos sus aspectos, haciendo un análisis de estos con relación a los que podemos observar en las plantas y animales actuales.

La Paleontología no es sólo descriptiva, su objetivo es conocer de manera total a los seres vivos que precedieron a los actuales: su género de vida, las condiciones ambientales y bióticas en que se desarrollaron, las causas de su muerte o de su desaparición y las posibles relaciones genéticas entre ellos, es decir, lo que podríamos llamar su genealogía (Meléndez, 1977).

Desde el momento en que aparecieron los primeros seres vivos sobre la faz de la Tierra hace cientos de millones de años, muchos de ellos han dejado rastros perceptibles en las rocas, lo cual nos permiten conocer y recabar información sobre la presencia de la vida en la Tierra (McAlester, 1973 y Laporte, 1974).

Las localidades fosilíferas con que cuenta México comprenden edades desde el Precámbrico, con una antigüedad de 2,000 millones de años, hasta 10,000 años al comienzo del Holoceno o Reciente (Arroyo-Cabrales et al., 2008).

Michoacán presenta yacimientos fosilíferos de invertebrados del periodo Cretácico de la era Mesozoica, con una antigüedad de 110 millones de años, y vertebrados de la era Cenozoica, particularmente del Plioceno y Pleistoceno, con una antigüedad de 3.6 millones de años (Carranza-Castañeda, 1992).

De las localidades de Michoacán las más representativas son la región Huetamo-San Lucas, la Sierra de Coalcomán, donde los afloramientos de invertebrados marinos son muy comunes. Por otro lado, la cuenca de Cuitzeo dentro del Cinturón Volcánico Trans-mexicano, que tuvo su origen en el Mioceno hace 23 millones de años, constituye la zona lacustre más importante del estado donde se desarrollaron medios propicios para la fosilización y conservación de restos de vertebrados del Plioceno-Pleistoceno, tales como caballos, camellos, bisontes y mamuts (García-Zepeda, 2006).

En los yacimientos fosilíferos del estado de Michoacán, está representada una parte de la riqueza y variedad de la paleodiversidad registrada a través del tiempo geológico. Las investigaciones paleontológicas han proporcionado información valiosa de la vida en el pasado, aunque

de una forma incompleta debido a la naturaleza propia del registro fósil. Michoacán aún cuenta con muchas áreas inexploradas, por lo que los estudios posteriores deberán proporcionar datos más precisos sobre diversidad, distribución geográfica, causas de las extinciones y paleoambientes de los restos fósiles para así comprender los escenarios actuales.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA COLECCIÓN PALEONTOLÓGICA

La gran cantidad de restos fósiles en diferentes yacimientos fosilíferos en el estado de Michoacán, generó gran interés por rescatar y conocer las faunas fósiles del estado, por lo que desde los años 80 se inician las primeras recolectas de fósiles de invertebrados marinos en la región Huetamo-San Lucas, a cargo de los biólogos Francisco Javier García de León y Javier Ponce Saavedra, material con el cual se realizaron tres tesis de licenciatura.

Por su parte, el ingeniero Juan Manuel Ayala Gómez se dedicó hacer recolectas de restos fósiles de vertebrados terrestres en la cuenca de Cuitzeo, materiales que hasta nuestros días han sido fundamentales para el trabajo y desarrollo de la Colección Paleontológica, la cual se fundó a principios de los años 90. El biólogo Martín Zendejas Aranda se desempeñó como encargado de dicha colección, auxiliado del biólogo J. Ramón López García, quienes se concentraron en dar continuidad al trabajo. A partir del año 2000, pasa a formar parte de los integrantes del equipo la M. C. María Luisa García Zepeda, quien refuerza el trabajo relacionado con estudios de los diferentes grupos de vertebrados terrestres fósiles y quien, posteriormente a su regreso del doctorado en la ciudad de Florencia, Italia, pasa a ser de manera formal la coordinadora de la Colección Paleontológica y el Laboratorio de Paleontología; cabe mencionar que a partir de ese momento y con el apoyo del M. C. J. Ramón López García, se han realizado alrededor de 25 tesis de licenciatura, maestría y doctorado, y publicaciones científicas; hasta hoy, la doctora Zepeda y su grupo de trabajo forman parte de la Sociedad Paleontológica Mexicana, así como del Consejo Nacional de Paleontología.

Actualmente en el Laboratorio de Paleontología se están realizando estudios paleontológicos, paleoecológicos y bioestratigráficos en vertebrados terrestres en el estado de Michoacán, con la finalidad de reconstruir los paleoambientes y recabar nuevos datos sobre la evolución de las antiguas poblaciones que vivieron en el estado.

CARACTERÍSTICAS DEL ACERVO DE LA COLECCIÓN PALEONTOLÓGICA (CP)

La Colección Paleontológica cuenta con más de 1,500 piezas fósiles correspondientes a organismos de vertebrados e invertebrados, recolectados durante la realización de más de 25 trabajos de tesis y alrededor de 10 proyectos de investigación, permitiendo la publicación de más de 15 artículos científicos en revistas indizadas y de difusión. El acervo de la colección cuenta con 50 especies de mamíferos, correspondientes a 14 familias y siete órdenes, siendo los Cetartiodactyla y Rodentia los más representados. Dentro de este último orden la familia Muridae es la mejor representada con 6 especies. La Colección Paleontológica también cuenta con 8 géneros de reptiles, correspondientes a 4 órdenes (Anura, Caudata, Testudines, Squamata), 7 familias (Bufonidae, Hylidae, Ranidae, Ambystomatidae, Kinosternidae; Prhynosomatidae, Colubridae, Elapidae), siendo los restos de tortugas *Kinosternon* sp., los más abundantes (Moreno Flores, 2018). Estos ejemplares fósiles han sido recolectados en cinco yacimientos fosilíferos del estado de Michoacán.



Figura 1. Ejemplares fósiles depositados en la Colección Paleontológica de la Universidad Michoacana (Facultad de Biología). El objetivo de la CPUM es conservar y divulgar el patrimonio prehistórico del estado de Michoacán y generar conocimiento científico que ayude a entender nuestro entorno, (GV).



Figura 2. Colección Paleontológica de la Universidad Michoacana (Facultad de Biología). La CPUM contribuye en la conservación del patrimonio prehistórico del estado de Michoacán y es esencial para el conocimiento científico, y divulgación de dicho conocimiento a la sociedad en general, (GV).

La Colección Paleontológica también cuenta con más de 60 ejemplares de invertebrados marinos, correspondientes a una especie de esponjas perforadoras del Phylum Porifera: *Entobia cretacea* (Jiménez, 1998; Padilla López, 2011); del Phylum Mollusca se reportan bivalvos como *Coalcomana ramosa*, *Chondrodonta* sp., *Toucasia* sp., y 12 especies de gasterópodos pertenecientes a las familias Turritellidae, Cerithidae, Naticidae, Nerineidae y Orthostomidae, y de foraminíferos una especie: *Orbitolina morelensis* (Padilla-López, 2011). Del Phylum Echinodermata dos géneros y una especie de erizos (López-García, 1993; Padilla-López, 2011). Estos restos fueron recolectados en la región Huetamo-San Lucas y en la Sierra de Coalcomán, Michoacán.

Dicho material se encuentra incluido en una base de datos Excel para Windows. Cada ejemplar con un número de catálogo con iniciales UM (Universidad Michoacana), ordenados progresivamente en función de la fecha de recolecta. Cada resto cuenta con datos de los taxa: phylum, clase, orden, familia

género y especie, ubicación geográfica y datos importantes del yacimiento fosilífero. Para su almacenamiento final, los ejemplares que son de gran tamaño (restos de mamut, por ejemplo) se tienen en estantes de metal, y los ejemplares de tamaño mediano se tienen en contenedores de plástico; los microfósiles se encuentran en tubos pequeños de plástico. Todos los ejemplares fueron consolidados con Resistol 800 diluido con agua al 50% para su preservación.

Este trabajo de más de 30 años ha posibilitado ampliar el conocimiento de la paleontología desde una perspectiva taxonómica y paleoecológica, y nos ha permitido rescatar material fósil con el fin de conocer su diversidad, distribución en el estado y aportar elementos para reconstrucción de los paleoambientes de Michoacán.

HECHOS DESTACADOS DE LA COLECCIÓN PALEONTOLÓGICA

Las colecciones científicas como la CPUM tienen como característica común el concentrar archivos del conocimiento, en este caso particular restos fósiles, en un espacio determinado con el fin de conservarlos y mantenerlos disponibles a largo plazo (Cristín y Perrilliat, 2011).

Aunque la CPUM es una colección pequeña si la comparamos con otras colecciones, por ejemplo, la Colección Nacional de Paleontología de la UNAM que alberga más de 9,000 ejemplares tipo (Cristín y Perrilliat, 2011), tiene un gran número de restos fósiles en el grado 4 del continuo curatorial de Hughes et al. (2000), lo que coloca a la CPUM como una de las más completas y con mejor trabajo curatorial de la región occidente de México.

La CPUM es la colección con el mayor número de restos fósiles de vertebrados de la Cuenca de Cuitzeo, región donde se han localizado importantes yacimientos fosilíferos de los que se han recuperado cientos de elementos dentales y óseos, como por ejemplo el yacimiento de La Cinta-Portalitos, sitio que alberga a una de las mayores riquezas de especies de mamíferos fósiles de todo el centro occidente de México. En esta misma área geográfica se localizan tres yacimientos (Uruétaro, Misión del Valle y Charo) posiblemente pertenecientes a la misma formación de sedimentos del Plioceno-Pleistoceno que tiene una fauna del Blancano, en México. Los sitios de esta edad son escasos (Ferrusquia-Villafranca et al., 2010), con lo cual la CPUM es un sitio de referencia para los fósiles del Plioceno y Pleistoceno, los cuales son de gran importancia científica y social.

“La paleontología no sería una ciencia sin la existencia de colecciones paleontológicas. Cada fósil es una fuente de información única e irremplazable con los cuales se hacen interpretaciones geológicas, sistemáticas, paleobiológicas, paleobiogeográficas, evolutivas y paleoclimáticas. Sin su existencia física o su falta de disponibilidad, todo lo que se escriba o diga de ellos es simplemente un escenario” (Cristín y Perrilliat, 2011).

La CPUM es de gran importancia científica ya que con los elementos que se tienen en su resguardo se han hecho diferentes tesis de licenciatura (García Reyes, 2004; Pérez y Godínez, 2007; Marín-Leyva, 2008; Gutiérrez Bedolla, 2011; Plata-Ramírez, 2012; Cervantes-Barriga, 2015; Eng-Ponce, 2018; Moreno-Flores, 2018) de maestría (López García, 2008; Marín-Leyva, 2011; Díaz-

Sibaja, 2013; Gutiérrez-Bedolla, 2014; Plata Ramírez, 2017; Cervantes Barriga, 2018) y de doctorado (García Zepeda, 2006; Marín-Leyva, 2015; Díaz Sibaja, 2018) y artículos científicos (García Zepeda y Garduño-Monroy, 2006; Gutiérrez-Bedolla et al., 2016; Marín-Leyva et al., 2016a, 2016b), los cuales han ayudado a conocer la riqueza de especies que existió en el centro occidente de México durante el Plioceno y Pleistoceno. También se han desarrollado hipótesis acerca del comportamiento alimenticio, la competencia y repartición de recursos y hábitats, así como la interacción ecológica entre diferentes especies en una misma región geográfica, utilizando las técnicas más modernas para la obtención de evidencia que prueben dichas hipótesis, como lo son el uso de análisis ecomorfológicos, como el meso y microdesgaste dental, los marcadores biogeoquímicos como los isotopos estables de carbono y oxígeno, así como los isotopos radiogénicos de estroncio.

La CPUM tiene además una gran importancia social debió a que es medio legal de resguardo y conservación de patrimonio nacional, esto debido a que todos los fósiles hallados en el territorio nacional son propiedad de la Nación, por lo que su venta es ilegal; la recolecta requiere de un permiso otorgado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, y toda colección paleontológica pública o privada debe estar inscrita en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas. En el registro se adquiere la responsabilidad legal de la custodia y protección de los fósiles.

La CPUM tiene también una gran responsabilidad social, sobre todo porque depende económicamente de los contribuyentes y del presupuesto de la UMNSH. Una de las principales responsabilidades sociales de las colecciones es conservar el patrimonio prehistórico del estado de Michoacán, que es propiedad de todos los mexicanos, así como también que esta información sirva para mejorar el entendimiento científico de la naturaleza, generador de la riqueza material y el bienestar de toda sociedad (Krikken, 1997; Gánem, 2003), además de divulgar dicho conocimiento a la sociedad en general, a través de ferias científicas y en el futuro de un museo de paleontología.

YACIMIENTOS FOSILÍFEROS DE VERTEBRADOS EN MICHOCÁN

En Michoacán se encuentran yacimientos fosilíferos de vertebrados de la era Cenozoica, particularmente del Plioceno y Pleistoceno (Carranza-Castañeda, 1992), ubicados en el Cinturón Volcánico Trans-mexicano en las cuencas lacustres y fluviolacustres, como las de Cuitzeo, Pátzcuaro, Zaragoza y La Piedad de Cabañas en la ribera del río Lerma, siendo la cuenca de Cuitzeo una de las más importantes del estado pues en ella se desarrollaron medios propicios para la fosilización y conservación de restos de vertebrados como caballos, camellos, venados, bison-

tes, mamuts, etc. (García Zepeda, 2006). La cuenca de Cuitzeo tuvo su origen en el Mioceno hace 23 millones de años (Garduño-Monroy et al., 1999). En la zona sur de la cuenca, en el municipio de Charo, se encuentran secuencias lacustres desde el Mioceno superior hasta el Pleistoceno tardío. La fauna registrada para esta zona pertenece al Blancano (de hace 3.6 millones de años) (López García, 2008), como proboscidios, caballos y camellos, entre otros (Carranza Castañeda 1976, 1992; García Zepeda, 2006; López-García, 2008). Cabe mencionar que en los estratos superiores de estas secuencias se colectó material de un mamut *Mammuthus* sp. y de un caballo *E. cf. conversidens*, considerado índice estratigráfico del Pleistoceno (Carranza- Castañeda, 1992).



Figura 3. En los yacimientos fosilíferos de Michoacán se encuentra una gran riqueza y diversidad de fauna de mamíferos. Fragmento de muela de un Proboscídeo del género *Cuvieronius* sp, (GV).

En la zona norte de la cuenca de Cuitzeo se encuentran secuencias lacustres y fluviolacustres pertenecientes al Pleistoceno tardío (Rancholabreano), que abarca un lapso de entre hace 160 y 9.5 Ka (kiloannum o 1 000 años). Ahí se ha encontrado una gran riqueza de especies, entre ellas mamuts, bisontes, venados, caballos, camellos, roedores, conejos, etc.

En la depresión de Zaragoza, en el municipio de Contepec, porción oriental del lago de Pátzcuaro, municipio de Tzintzuntzán, y en La Piedad de Cabadas, municipio La Piedad, se encuentra fauna perteneciente al Pleistoceno tardío (Rancholabreano). Los taxa encontrados son una especie de un mamut *Mammuthus columbi*, el venado cola blanca *Odocoileus* cf. *virginianus*, un bisonte

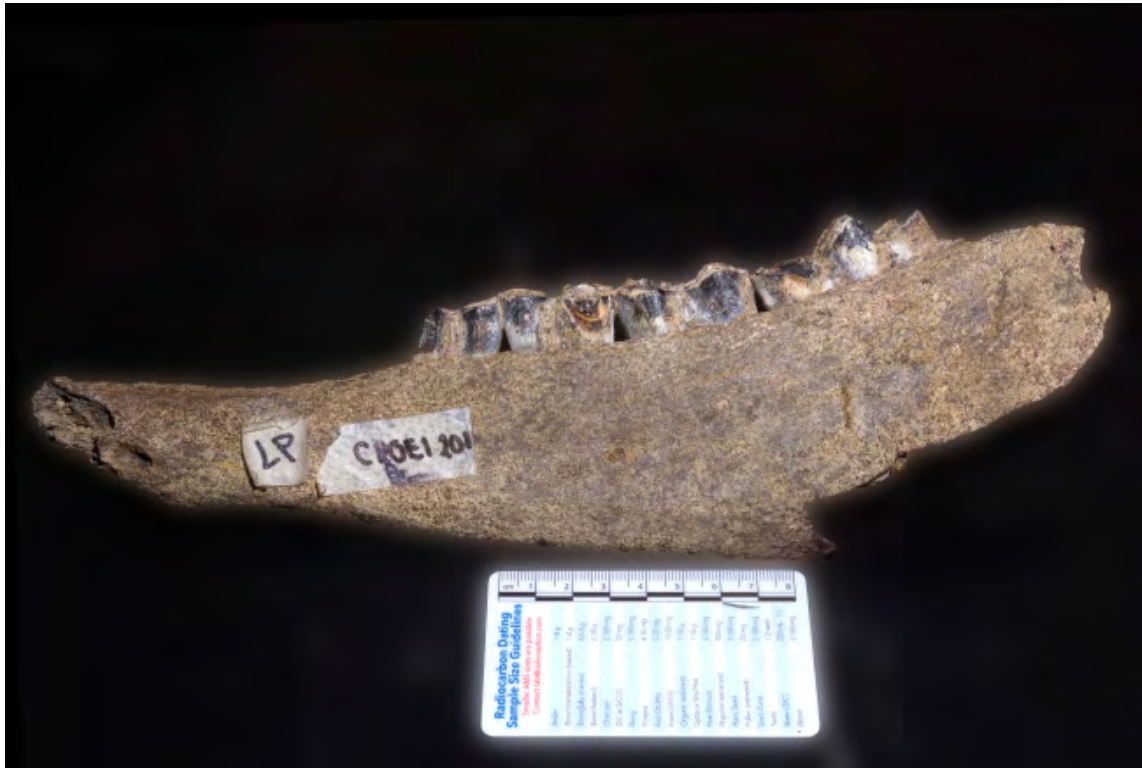


Figura 5. El estado de Michoacán es rico en yacimientos fosilíferos de vertebrados. Fragmento de mandíbula de camello *Camelops hesternus*, (GV).

En los yacimientos fosilíferos del estado está representada una parte de la riqueza y variedad de la paleodiversidad en el tiempo geológico. Las investigaciones paleontológicas han proporcionado información valiosa de la vida en el pasado, aunque de forma sesgada debido a la naturaleza propia del registro fósil. El estado aún cuenta con muchas áreas inexploradas; los estudios futuros deberán proporcionar un entendimiento más claro sobre la diversidad, distribución geográfica, causas de las extinciones y sus paleoambientes, para así comprender los escenarios actuales.

YACIMIENTOS FOSILÍFEROS DE INVERTEBRADOS MARINOS EN MICHOACÁN

El territorio nacional y particularmente Michoacán, estuvo invadido durante millones de años por el Mar del Tethys, que permitió la fosilización de los organismos que vivieron en grandes plataformas ricas en depósitos de invertebrados, contenidos posteriormente en rocas sedimentarias del Jurásico y Cretácico (González et al., 1986).

En la región de Coalcomán, municipio del mismo nombre, ubicada en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur (SEP-UMSNH, 2003), se encuentran fósiles de invertebrados marinos en rocas cretácicas sedimentarias y volcano-sedimentarias de la Formación Encino, cuya edad está comprendida entre el Aptiano tardío (115 millones de años) y Albiano temprano (110 millones de años) (Pantoja-Alor y Estrada Barraza, 1986; Alencaster y Pantoja-Alor, 1986; Buitrón, 1986). La región Huetamo-San Lucas al surponiente del Estado, ubicada dentro de los municipios del mismo nombre, en la Provincia Fisiográfica Depresión del Balsas (SEP-UMSNH, 2003), presenta estratos fosilíferos que corresponden a la edad del Cretácico temprano (Aptiano-Albiano) (Buitrón y Rivera-Carranco, 1985) con una gran riqueza de invertebrados marinos como corales, esponjas, anélidos, moluscos, como bivalvos y gasterópodos, y equinodermos, como estrellas de mar y erizos (Buitrón, 1973; García-Barrera y Pantoja-Alor, 1991; López-García, 1993; Nicolás, 1998; Jiménez, 1998).

Actualmente existe un interés considerable en tratar de establecer los paleoambientes y evidencias claras sobre las causas precisas de extinción de los mamíferos que se reportan para las cuencas lacustres del estado, sitios ideales para estudiar los cambios ambientales ya que los sedimentos depositados en sus fondos registran las características del ambiente del lago y sus alrededores.

REFERENCIAS

- Alencáster, G. y Pantoja-Alor, J. (1986). *Coalcomana ramosa* (Boehm) (Bivalvia-Hippuritacea) del Albiano Temprano del cerro Tuxpan, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 47, 33-40.
- Arroyo-Cabral, J., Carreño, A. L., Lozano-García, S. y Montellano-Ballesteros, M. (2008). La diversidad del Pasado. En J. G. Soberón, Halfter y Llorente-Bousquets, J. (comp.), *Capital Natural de México, vol. 1: Conocimiento actual de la Biodiversidad* (227-262). CONABIO. México D.F.
- Meléndez, B. (1977). Paleontología, Tomo 1, parte general e invertebrados, 2da Edición. Paraninfo, España, 714 pp.
- Buitrón, B. E. y Rivera-Carranco, E. (1985). Nerineidos (Gastrópoda Nerineidae), Cretácico de la región de Huetamo- San Lucas, Michoacán. *Boletín Sociedad Geológica Mexicana*, tomo 46, 1, 2, 65-84.
- Buitrón, B. E. (1973). *Tetragramma gloriae* n.sp., Equinoide de la Formación de San Lucas (Hauteriviano-Aptiano) de la región de Huetamo Michoacán. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana*, 36, 33-41.
- Buitrón, B. E. (1986). Gasterópodos del Cretácico (Albiano Tardío-Albiano Temprano) del Cerro de Tuxpan, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, tomo 47, 1, 17-30.
- Carranza-Castañeda, O. (1976). *Rhynchotherium falconeri* del rancho la Goleta, Michoacán, México. III Congreso Latinoamericano de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Inst. Geología, *Memorias*, 5, 28.
- Carranza-Castañeda, O. (1992). Una nueva localidad del Henfiliano Tardío en la Mesa Central de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. *Revista*, 2, 179-196.
- Cervantes-Barriga, R. (2015). *Especies del orden Carnivora del Rancho Labreano de dos localidades del centro-occidente de México*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Morelia, Michoacán.
- Cervantes-Barriga, R. (2018). *Paleodieta de Sigmodon hispidus (Rodentia, Cricetidae) en una localidad del Pleistoceno tardío del centro occidente de México*. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Cristín, A. y Perrilliat, M. C. (2011). Las colecciones científicas y la protección del patrimonio. *Boletín de la sociedad geológica mexicana*, 63, 421-427.
- Díaz Sibaja, R. (2013). *Los rumiantes (Ruminantia: Bovidae y Cervidae) del Pleistoceno (Rancho Labreano) de dos sitios del centro-occidente de México*. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.

- Díaz Sibaja, R. (2018). *Reconstrucción paleoambiental de dos yacimientos pleistocénicos (Rancho-labreano) del centro-occidente México con presencia de rumiantes fósiles*. Tesis doctoral. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Eng Ponce, J. (2018). *Perezosos (Xenarthra: Folivora) y capibaras (Rodentia: Hydrochoerinae) del yacimiento pleistocénico (Rancho-labreano) de la Cinta-Portalitos, Michoacán-Guanajuato, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Ferrusquía-Villafranca, I., Arroyo-Cabrales, J., Martínez-Hernández, E., Gama-Castro, J., Ruiz-González, J., Polaco, O.J. y Johnson, E. (2010). Pleistocene mammals of México: a critical review of regional chronofaunas climate change response and biogeographic provinciality. *Quaternary International*, 212, 53-104.
- Gánem, C. E. (2003). Divulgación de la ciencia y progreso social: *Ciencia y Desarrollo*, 29, 23-24.
- García-Barrera, P. y Pantoja Alor, J. (1991). Equinoides de Albiano tardío de la Formación Malpaso en la Región de Chumbítaro, Estados de Guerrero y Michoacán, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, 4, 23-41.
- García Reyes, A. (2004). *Estudio estratigráfico y paleontológico de La Cinta, Michoacán, México*: Morelia, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- García Zepeda, M. L. (2006). *Nuovi dati Paleontologici dalla depressione lacustre di Cuitzeo, Michoacán, México*: Tesis doctoral. Universidad de los Estudios de Florencia. Florencia, Italia.
- García Zepeda, M. L. y Garduño Monroy, V. H. (2006). Distribución y nuevos registros de *Mammuthus columbi* (Falconer) 1857 en el Estado de Michoacán, México. *Biológicas*, 8, 5-17.
- Garduño Monroy, V. H., Corona-Chávez, P., Israde Alcántara, I., Mennella, L., Arreygue, E., Bigioggero, B. y Chiesa, S. (1999). Carta Geológica de Michoacán. Escala 1:250, 000. *Secretaría de Difusión Cultural y Extensión Universitaria (UMSNH)*. Nacional.
- González, H., Miranda, P. y Flores, L. (1986). La Carta de Terrenos y Conjuntos Estratotectónicos de la República Mexicana. *Revista de Geografía*, 1, 1.
- Gutiérrez-Bedolla, M. (2011). *Estudio paleontológico y estratigráfico de Uruétaro, Municipio de Álvaro Obregón, Michoacán*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Gutiérrez Bedolla, M. (2014). *La dieta y el hábitat de Mammuthus columbi (Falconer, 1857) en dos localidades del Pleistoceno tardío del Centro Occidente de México*. Tesis de maestría. Uni-

- versidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Gutiérrez Bedolla, M., García Zepeda, M. L., López García, R., Arroyo Cabrales, J., Marín Leyva, A. H., Meléndez Herrera, E. y Fuentes Farías, A. L. (2016). Diet and habitat of *Mammuthus columbi* (Falconer, 1857) from two Late Pleistocene localities in central western Mexico. *Quaternary International*, 406, 137-146.
- Hughes, N. C., Collier, F. J., Kluessendorf, J., Lipps, J., Taylor, W. L. y White, R. D. (2000). Fossil invertebrate and microfossil collections: Kinds, uses and users. En R. D. White, y W. D. Allmon (Eds.), *Guidelines of the management and curation of invertebrate fossil collections: Boulder, Colorado, E.U.A., The Paleontological Society Special Publications*, 10, 25-35.
- Jiménez, L. R. (1998). *Conocimiento actualizado de los invertebrados cretácicos de la Colección Paleontológica de la Facultad de Biología de la UMSNH*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Krikken, J. (1997). A Dutch exercise in the valuation of natural history collections. En J. R. Nudds, C. W. Pettitt, (Eds.), *the value and valuations of natural science collections international conference*, (124-126). Manchester, Reino Unido, The Geological Society.
- Laporte, L. F. (1974). *Los ambientes antiguos, fundamentos de las ciencias de la tierra*, Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España.
- López García, J. R. (2008). *Estudio estratigráfico, sedimentológico y paleontológico de la región de Indaparapeo-Charo, Paleolago de Cuitzeo, Mich., México*. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- López García, R. (1993). *Análisis Bioestadístico de las especies del género Heteraster d'Orbigny, 1853 del Cretácico Temprano de Chumbítaro, Michoacán*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Marín Leyva, A. H. (2008). *Especies de caballos (Equus: Equidae) del Pleistoceno tardío de La Cinta, Michoacán: Morelia, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Marín Leyva, A. H. (2011). *Caballos del Pleistoceno y sus paleoambientes en dos cuencas de Michoacán, México*. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Marín Leyva, A. H. (2015). *Paleoecología de dos localidades del Pleistoceno tardío en el centro occidente de México derivada de tres especies de caballos del género (Equus)*. Tesis doctoral. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Marín Leyva, A. H., De Miguel, D., García Zepeda, M. L., Ponce Saavedra, J., Arroyo Cabrales, J., Schaaf, P. y Alberdi, M. T. (2016a). Dietary adaptability of Late Pleistocene Equus from West Central Mexico. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 441, 748-757.
- Marín Leyva, A. H., Arroyo Cabrales, J., García Zepeda, M. L., Ponce Saavedra, J., Schaaf, P., Pérez

- Crespo, V. A., Morales Puente, P., Cienfuegos Alvarado, E. y Alberdi, M. T. (2016b). Feeding ecology and habitat of Late Pleistocene Equus horses from west-central Mexico using carbon and oxygen isotopes variation. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 33, 157-169.
- McAlester, A. L. (1973). La historia de la vida, fundamentos de las ciencias de la tierra, Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España.
- Moreno Flores, J. O. (2018). *Herpetofauna del Pleistoceno tardío de La Cinta-Portalitos, Michoacán-Guanajuato, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Nicolás, P. (1998). *Gasterópodos Cretácicos de las localidades de Chumbítaro y las Calizas en el sureste del Estado de Michoacán*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás, Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Padilla López, M. G. (2011). *Invertebrados fósiles (Mollusca-Gastropoda) de la región de Coalcomán, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás, Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Pantoja Alor, J. y Estrada, B.S. (1986). Estratigrafía de los alrededores de la Mina de El Encino, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, tomo 47, 1, 1-15.
- Pérez-González, M. S., Godínez-García, V. (2007). *Pequeños vertebrados fósiles y la bioestratigrafía de La Cinta, Michoacán y Portalitos, Guanajuato: Morelia, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Plata Ramírez, R. A. (2012). *Camellos fósiles de La Cinta - Portalitos y La Piedad - Santa Ana Michoacán y Guanajuato, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Plata-Ramírez, R. A. (2017). *Estudio de la dieta y el hábitat de una comunidad mastofaunística del Blanco en el Centro Occidente de México*. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Robles Camacho, J., Corona Chávez, P., Morales Gamez, M., Fabiola Guzmán, F., Polaco, O. J., Domínguez Vázquez, G., Israde Alcántara, I. y Oliveros-Morales, A. (2010). Estratigrafía y paleoambientes asociados a un Gomphoteriidae (*Cuvieronius hyodon*) en Tzintzuntzán, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 27, 3, 530-544.
- SEP-UMSNH. (2003). Secretaría de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. *Atlas Geográfico de Michoacán*. Segunda Edición. Editora EDDISA, México.







Colección de Suelos

MARÍA ALCALÁ DE JESÚS, MARTHA OLIVIA CORTÉS VARGAS,
ARCELIA CABRERA GONZÁLEZ Y JUAN CARLOS GONZÁLEZ CORTÉS

RESUMEN

En el Laboratorio de Investigación en Edafología “Martha Bustos Zagal” de la Facultad de Biología en la UMSNH, se inició la Colección de Suelos (CSUM) en 1991 con la preparación de microperfiles y en 2009 la de monolitos, por el interés de documentar la diversidad de suelos del estado de Michoacán. Los “microperfiles” representan suelo alterado y los “monolitos” suelos preservados. El acervo de la CSUM tiene fines taxonómicos así como de investigación y divulgación. Así mismo, es un apoyo para las actividades didácticas en la enseñanza de la Ciencia del Suelo y la toma de decisiones en el ámbito agrícola, pecuario y forestal. La CSUM tiene en resguardo 243 microperfiles escala 1:3 y siete monolitos de suelos de 30 cm x 90 cm x 15 cm con un peso de más de 40 kg cada uno. Los ejemplares son del municipio de Morelia y de otros municipios del estado de Michoacán. Se cuenta con una base de datos que contiene la descripción de los sitios donde se obtuvieron los ejemplares, su morfología y los resultados de análisis físicos y químicos de los suelos. Los microperfiles, incluyen ejemplares de Vertisoles, Technosol, Andosoles, Leptosoles, Regosoles, Cambisoles, Feozem y Luvisoles de distintas localidades del estado. La colección de suelos se ha realizado con el apoyo de tesistas y de estudiantes de los cursos de Edafología impartidos en la Licenciatura en Biología de la UMSNH. Los monolitos clasificados como Leptosol, Andosol, Gleysol, Alisol y Regosol, se generaron como parte de una tesis de licenciatura y con ayuda del financiamiento de proyectos.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un cuerpo natural tridimensional conformado por sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases presentes en la superficie de la tierra. Se caracteriza por tener horizontes y/o capas que se distinguen del material que les dio origen como resultado de entradas, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la capacidad de soportar plantas en un ambiente natural (Soil Survey Staff, 2014). Su compleja naturaleza física y química, estructura porosa y el suministro de diferentes materiales orgánicos, generan una heterogeneidad de tipos de suelos que son a su vez alimento y hábitat para una diversidad de flora y fauna (INIA Tacuarembó, 2015; FAO y GTIS, 2015). Los factores formadores de los suelos incluyen el material de origen-geología, clima, relieve, materia orgánica, así como la actividad del hombre.

En el estado de Michoacán se han desarrollado diversos suelos por su relieve accidentado y variedad en climas. Con base en la Leyenda modificada del Mapa mundial de suelos de la FAO-UNESCO-ISRIC (1988), el INEGI reporta 14 unidades de suelo a una escala 1:500 000. Las de mayor importancia por la superficie que ocupan en km² son: Vertisol (27.5), Leptosol (25.0), Luvisol (25.0), Andosol (22.5), Regosol (20.0), Feozem (19.0) y Acrisol (10.0). Con menor superficie, existen también Cambisol (4.0), Planosol (9.0), Histosol (2.5), Castañozem (2.5), Fluvisol (2.5), Solonchack (2.0) y Gleysol (1.0) (Cabrera, 2003).

La diversidad de suelos presentes en Michoacán es una gran oportunidad para recopilar información sobre la morfología y propiedades físicas y químicas de los mismos. Una colección de suelos es una herramienta que permite al investigador tener fácil acceso y consultar de manera rápida información sobre este recurso. La colección de suelos del Laboratorio de Edafología consiste de microperfiles y monolitos. Los microperfiles son muestras del suelo alterado, secado al aire, sin tamizar y sin preservar a una escala de 1:3. Los monolitos son suelos no alterados y preservados que muestran la variación vertical “en vivo”, a diferencia de como podrían mostrarlo una fotografía, un dibujo o una pintura. Además, muestran la morfología de los suelos en su estado natural (Van Baren y Bommer, 1979). La preservación se basa en el tratamiento de impregnación del suelo, proceso por el cual se logra el endurecimiento artificial sin alterar los agregados naturales de las partículas del suelo (Méndez y Rosales, 1986).

Las colecciones de suelos en otros países se encuentran principalmente en los museos. El principal museo de suelos del mundo pertenece al Centro Internacional de Información y Referencia en Suelos (ISRIC) que se encuentra en Wageningen en Holanda. Cuenta con una colección de 1200 perfiles de suelo de los 32 grupos de suelo del mundo que se reconocen en el sistema de clasificación conocido como: Base de referencia mundial del recurso suelo (WRB por sus siglas en inglés), aunque sólo 90 monolitos están en exhibición. Los suelos de esta colección provienen de 74 países de Europa, Asia, Africa, América del Norte y América del Sur (ISRIC, 2016), México no se encuentra representado en esta colección.

El Museo Nacional de Micromonolitos de Suelos en Maracay, Aragua, Venezuela, fue fundado en los años 50 y cuenta con más de 615 micromonolitos, de los cuales 65% tienen descripción de campo y 57% información de laboratorio usando el sistema de clasificación según el Soil Survey Staff en su versión 1994. También cuentan con 11 macromonolitos de 20 estados de Venezuela (Rey et al., 2004). El Museo Nacional de Suelos de Colombia, fundado en 1982, es uno de los más grandes de Latinoamérica. En la década de los 70 se empezaron a realizar monolitos para este museo, algunos de los cuales muestran la historia de Colombia. Por ejemplo, en 1985 un monolito fue tomado de Armero una semana después de la avalancha que arrasó con este municipio. El acervo cuenta con casi 133 análisis de los suelos. Por su topografía de montaña, lomerío, pie de monte y valles, la región Andina es la de mayor variedad de suelos y cuenta con 24 monolitos (Higuera, 2016). El departamento de Edafología de la Universidad de Granada, España, tiene 22 monolitos de 40 cm de ancho por 60/150 cm de alto y unos 10 cm de fondo. Se encuentran representados las clases de suelos más frecuentes en España: Acrisol, Calcisol, Cambisol, Fluvisol, Histosol, Kastanozem, Leptosol, Luvisol, Podzol, Regosol y Umbrisol (Museo virtual, 2018).

En México, se carece de un museo de suelos, las colecciones existentes se encuentran en varias dependencias, entre las que destaca el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS) en Montecillo, Estado de México. En esta institución, el Dr. Carlos A. Ortiz Solorio inició la colección de monolitos en 1985. Así mismo, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) cuenta con algunos monolitos. Por ejemplo, en el XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo presentó ocho ejemplares, tres de ellos clasificados con el IUSS-ISRIC-FAO (2007) como: 1) Stagnosol (álbico, hiposódico, calcárico, magnésico) que muestra acumulación superficial de material grueso, carbonatación, vertisolización, eluviación de arcilla, erosión hídrica, sodificación, oxidación y cementación de sílice; 2) Lixisol cutánico (abruptico, profúndico, ródico), suelo profundo, arcilloso muy rojo, con drenaje lento y humedad aprovechable todo el año y 3) Vertisol mázico (hiposódico, calcárico, pélico), suelo con alto contenido de arcilla montmorillonita con agregados muy duros cuando secos, brillantes y de forma angular o masiva como resultado de una continua expansión contracción (Blanco y Durón, 2007). En varios trabajos de investigación se han realizado monolitos de suelo. Por ejemplo, en la Península de Yucatán, May-Acosta et al. (2005) reportan 11 monolitos que corresponden a ocho de doce grupos de suelo con base en zonas geomorfológicas, y en Inceptisols (Estrada, 2007).

RESEÑA HISTÓRICA DE LA CSUM

La colección de microperfiles de suelo del Laboratorio de Investigación en Edafología “Martha Bustos Zagal”, localizada en el Edificio B-4 de Ciudad Universitaria, fue iniciada hace 27 años por las M. C. Arcelia Cabrera González y M. C. Martha Bustos Zagal, adscritas a la Facultad de Biología. La colección surgió como parte de un proyecto de investigación relacionado con el levantamiento de suelos del municipio de Morelia, dirigido por las maestras Cabrera y Bustos. El objetivo de este proyecto fue conservar muestras alteradas de suelo. Los microperfiles se guardan en un mueble de madera donado al Laboratorio de Edafología por el Dr. Eduardo G. Antaramian Harutunian, encargado del Laboratorio de Cartografía en esa época. Los microperfiles son de diferentes localidades del municipio de Morelia y del estado de Michoacán. A partir de este proyecto, se realizaron varias tesis de licenciatura y colecta de suelo por parte de estudiantes que cursaban la materia de Edafología en la dependencia.

En 2006, la Dra. María Alcalá De Jesús ingresó al Laboratorio de Investigación en Edafología y la colección de suelos pasó a su cuidado, con el fin de dar continuidad a la colección de microperfiles e iniciar la colección de monolitos de suelo. En ese año, y con el apoyo de la estudiante Martha Olivia Cortés Vargas quien realizaba su servicio social, se hizo un diagnóstico del estado físico de los microperfiles, encontrándose gran cantidad de ejemplares en mal estado físico o con información incompleta (Alcalá y Cortés, 2006). A partir de este año, se comienza con la realización de informes anuales sobre el estado de la colección a la dirección de la Facultad de Biología. En 2007 se restauraron y reetiquetaron 217 ejemplares que contaban con su información morfológica y de laboratorio. Los ejemplares que carecían de información se turnaron al Laboratorio de Docencia para ser utilizados como material didáctico para las prácticas de Edafología. También se capturó en forma digital la información correspondiente a los sitios en donde se colectó el suelo para los microperfiles. En la información capturada se registró el año, la localidad y la cantidad de microperfiles que corresponden a varias tesis que asesoraron las maestras Cabrera y Bustos de varias microcuencas del municipio de Morelia, así como de reportes de estudiantes (Alcalá y Cortés, 2007).

En 2009 se empezaron a preparar los monolitos de suelos, iniciando con seis ejemplares, localizados al pie de monte de la microcuenca hidrográfica de Atécuaro, municipio de Morelia (Alcalá y Cortés, 2010). Para la preparación de monolitos se requiere de una área de trabajo especial aislada del Laboratorio que cuente con mesas grandes y resistentes que soporten su gran peso y que tenga buena ventilación porque en la preparación se utiliza laca y tinner. En 2010 se realizó el montaje de los seis monolitos antes mencionados y de seis microperfiles de suelo. Esta colección forma parte de la tesis de licenciatura “Clasificación y colección de suelos en la microcuenca de Atécuaro, Mpio. de Morelia, Mich.” (Cortés, 2010). A partir de 2009, los análisis de suelos y la preservación de monolitos fueron financiados con el proyecto europeo DESIRE (2008).

Actualmente, los monolitos se almacenan en dos estructuras de metal donadas por la Dra. Alcalá. En 2011 se comenzó con el muestreo de suelos, preparación de monolitos y de microperfiles en las instalaciones de Ciudad Universitaria (CU) de la UMSNH (Alcalá y Cortés, 2012). Estas instalaciones son un espacio en donde los procesos de urbanización han sido constantes y se han perdido las áreas de vegetación y el suelo que existía. En algunas zonas la pérdida ha sido total al sellar los suelos con asfalto. En otras partes, la pérdida ha sido parcial ya que el suelo es removido de su espacio natural para ser depositado en otros espacios dentro del mismo campus, proceso durante el cual se revuelve con escombros. Este es uno de los motivos por los que, en todo proyecto en donde se realizan cambios de uso del suelo, se debe hacer un inventario de la morfología y de las propiedades del suelo, y por supuesto, se deben coleccionar los suelos para que en el futuro se tenga evidencia de lo que existía.

En 2013 se realizaron cinco microperfiles de suelo localizados en Angangueo, al oriente de Michoacán (Alcalá y Cortés, 2014) derivados de la tesis de maestría en ciencias: “Propiedades edáficas y su relación con la estabilidad de la estructura de los suelos de Angangueo” (Cortés, 2013). Esta investigación es un ejemplo de lo importante que es documentar los recursos naturales y contar con la colección respectiva. Las propiedades de los suelos pueden cambiar al degradarse por el cambio de uso forestal a agrícola o por las condiciones existentes en laderas con pendientes altas o por variables geológicas y climáticas. Por ejemplo, en la localidad de Angangueo, Michoacán, factores como la sismicidad y las lluvias intensas ocurridas en 2010 afectaron el equilibrio de las laderas favoreciendo que los Andosoles (junto con la vegetación de oyamel, pino y encino que soportaban) fueran removidos por deslizamientos del terreno.

La Asamblea General de las Naciones Unidas en su sesión 68, declaró a 2015 como Año Internacional del Suelo (Bertsch y Henríquez, 2015). Por esa razón, la colección de suelos del Laboratorio de Edafología se exhibió del 19 de octubre al 23 de noviembre de 2015 en el Museo de Historia Natural “Manuel Martínez Solórzano” de la UMSNH como parte de la exposición “El suelo, un recurso valioso”, exposición de la cual derivó un ciclo de conferencias y, talleres referentes al recurso suelo y a la colección.

Esta exposición se realizó gracias al gran apoyo y entusiasmo del personal del Museo: Lic. Lucila Ordaz Cortés, encargada del Museo en ese año, M.C. Silvia del Carmen García Martínez, Mahuina Guerra Ibarra y Biól. Enriqueta Méndez Robledo. En 2018 se exhibieron tres monolitos y microperfiles de CU en el evento “Patrimonio Natural: Las colecciones Científicas de la UMSNH” realizada en la Plaza Benito Juárez de la ciudad de Morelia el 17 de febrero, organizado por el Museo de Historia Natural (MUHNA) “Manuel Martínez Solórzano”. Los microperfiles se han presentado en el Tianguis de la Ciencia que realiza todos los años la UMSNH, como parte de los eventos que se ofrecen a los estudiantes de nuevo ingreso a la Facultad de Biología y en exposiciones itinerantes que se realizan en localidades del estado. En estas actividades participan estudiantes y tesistas del Laboratorio de Edafología.

CARACTERÍSTICAS DEL ACERVO DE LA CSUM

El acervo de la CSUM cuenta con 243 microperfiles de suelo a escala 1:3 almacenados en un mueble de madera con compartimentos de 8.0 cm x 8.5 cm x 38 cm. Al frente de cada microperfil se cuenta con una etiqueta con un número de registro y el nombre de la microcuenca a la que pertenecen y en la parte lateral, se registra el espesor de cada horizonte del suelo (Fig. 2). También se cuenta con siete monolitos de suelo preservados de 30 cm de ancho x 90 cm de largo x 15 cm de alto, montados sobre una base de madera de 1.0 m x 60 cm. Los monolitos ya preservados tienen un peso de más de 40 kg y se almacenan en dos estructuras de metal con altura de 1.83 m cada una y compartimentos de 84 cm x 61 cm x 30 cm (Fig. 1). En la parte izquierda de la base de madera se monta el monolito, en la parte superior derecha se coloca un mapa de localización, y debajo de éste, la información básica de campo y de laboratorio.



Figura 1. Estructura metálica para guardar monolitos de suelo, (GV).

Figura 2. Mueble de madera para almacenar microperfiles de suelo (imagen superior derecha) y una ampliación de los mismos, con datos de registro (imagen inferior derecha), (GV).





Figura 3. Microperfiles de suelo Esc. 1:3 localizados en Angangueo al oriente de Michoacán (imagen superior). Amplificación del Perfil 2 (imagen inferior), (GV).

La descripción básica de campo y de laboratorio registrada, tanto para los microperfiles como para los monolitos es: a) Nombre de la localidad, coordenadas geográficas, altitud, pendiente, geoforma, tipo de vegetación, uso del suelo y erosión; b) Morfología del suelo como el espesor de cada horizonte, límite y transición entre los horizontes, color, textura al tacto, estructura, consistencia, raíces, fauna y otros rasgos; c) De laboratorio, las propiedades físicas como color, textura, densidades aparente y real, porosidad y propiedades químicas como el pH en agua, carbono orgánico, bases intercambiables (calcio, magnesio, sodio y potasio), capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de saturación de bases.

Microperfiles de suelo. Estos ejemplares corresponden a varias microcuencas del municipio de Morelia, Mich. y de otros municipios. En 1990, se registraron seis de Las Peñas; en 1991, 41 de Capula, 10 de El Durazno, dos de Umécuaro y cuatro de Álvaro Obregón; en 1992, seis de Capula, 17 de Acuitzio, 18 de Cuto de la Esperanza y 20 del Río Chiquito; En 1995, 14 al oeste de Cuitzeo; en 1996, 10 de Charo, 10 de Queréndaro y cinco de Indaparapeo; en 1997, tres de Queréndaro y dos de Indaparapeo (Alcalá y Cortés, 2007). De los microperfiles existentes en el laboratorio de esta década, aún faltan por revisar e incluirse en la colección aquellos que reúnan los requisitos.

Dentro de Ciudad Universitaria de la UMSNH se han realizado varios microperfiles: uno en 2011 en la zona noroeste, dos en 2012 al centro-sur (Alcalá y Cortés, 2013) y dos en 2014 con profundidades de 144 cm y 200 cm, uno al noroeste frente a las canchas de “tepetate” y otro al norte del Edificio “X” (Alcalá et al., 2014). De acuerdo con el INEGI (1982), los suelos de CU son Vertisoles pélicos de color gris oscuro, textura arcillosa, pegajosos y plásticos cuando están húmedos, y se agrieta en la época seca; en el caso del suelo localizado frente a las canchas, este es un Tecnosol de acuerdo con el sistema de clasificación WRB (IUSS-ISRIC-FAO, 2007) que ha sepultado al Vertisol (Alcalá et al., 2014). El Tecnosol es un suelo que contiene una cantidad significativa de artefactos como son escombros revueltos con suelo, pedazos de tabique y/o están sellados por roca dura técnica (material duro creado por el hombre con propiedades diferentes a la roca natural, característicos de zonas en constante proceso de construcción). En este trabajo se utilizaron recursos de un proyecto financiado por la CIC (2014) de la UMSNH para la realización de análisis de laboratorio.

En 2013 se realizaron cinco microperfiles de suelo de Anganguero, Michoacán (Fig. 3) (Alcalá y Cortés, 2014; Cortés, 2013). De acuerdo con la IUS-ISRIC-FAO (2007) son cuatro Andosoles y un Leptosol. Estos suelos varían en profundidad de 130 a 190 cm, excepto el Leptosol que tiene 17.5 cm de espesor; se encuentran en paisajes volcánicos en altitudes de los 2596 a 3444 m con pendientes de 35 a 60% y con vegetación de pino-encino y oyamel; se caracterizan por tener un horizonte úmbrico oscuro entre los 21 cm y 51 cm de espesor producto de la degradación de la materia orgánica mezclada con el material mineral. El Leptosol se localiza en una ladera de loma con escasa vegetación y en condiciones de degradación.

En 2015 se realizaron 16 microperfiles localizados en el municipio de Carácuaro, al sur de Michoacán, en altitudes de los 534 a 1179 m (Alcalá et al., 2016). De acuerdo con el INEGI (2007) los suelos son de los siguientes tipos: Regosol, con poco desarrollo, delgados, de colores claros, pobres en materia orgánica y asociados a los afloramientos de roca o de tepetate; Leptosol, superficiales, pedregosos, con roca dura dentro de los primeros 25 cm de espesor y topografía accidentada que limita su desarrollo; Cambisol, suelos jóvenes con poco desarrollo, presentan en el subsuelo pequeños contenidos de arcilla y de carbonato de calcio; Feozem, suelo pardo localizado en terrenos planos cuando son profundos y de uso agrícola, presentan una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes y Luvisol, se encuentra en zonas llanas o de inclinación suave en regiones con estación seca y húmeda marcada, tienen alto contenido de arcilla en el subsuelo como resultado de la migración de esta, la arcilla es de alta actividad y tienen alta saturación de bases intercambiables.

Monolitos de suelo. Se cuenta con siete monolitos preservados, seis realizados en 2010 en la microcuenca hidrográfica de Atécuaro a 11 km al suroeste de Morelia, Mich. (Alcalá y Cortés, 2010) y uno obtenido en 2011 al norte del Edificio “X” de CU de la UMSNH (Alcalá y Cortés, 2012) (Fig. 4).

A los suelos de Atécuaro se les clasificó con el sistema de la WRB (IUSS-ISRIC-FAO, 2007) como: Leptosol úmbrico que es un suelo oscuro con baja saturación de bases limitado por roca a los 20 cm de profundidad; Gleysol flúvico, presenta condiciones de reducción entre los 6 y 150 cm y material flúvico entre los 71 y 150 de profundidad; Andosol silándico, suelo formado de ceniza volcánica con 0.8% de sílice; Alisol cutánico y Alisol háplico, ambos contienen un horizonte árgico rico en arcilla en el subsuelo, en el cutánico se presentan revestimientos de arcilla; Regosol háplico, es un suelo simple sin desarrollo de horizontes de diagnóstico (Alcalá y Cortés, 2010)

El Leptosol se localiza al oriente del cerro “Las Animas” a 2262 m de altitud sobre una zona andesítica carente de tributarios. El Gleysol se encuentra en la parte más baja de la microcuenca a 2218 m en donde se estanca el agua todo el año. El Andosol, se encontró a 2252 m en una loma conformada por basalto-andesita; El Alisol se ubica a 2230 m al oeste del centro de Atécuaro, capta escurrimientos de tipo aluvial de la parte oriente de la microcuenca en un área con cárcavas severas; El Regosol se encuentra a 2225 m y es de estructura masiva a partir de los 24 cm de espesor (Cortés, 2010).

Figura 4. Monolitos de suelo de Atécuaro, municipio de Morelia, Michoacán: A) Alisol háplico y B) un acercamiento de su espesor; C) Andosol silándico y D) un acercamiento del horizonte superficial, (GV).

IMPACTO CIENTÍFICO Y SOCIAL DE LA CSUM

Los microperfiles y monolitos de suelos son ejemplares útiles para la enseñanza e investigación en la Ciencia del Suelo. Son un apoyo visual como material didáctico que permiten observar la diversidad de colores, profundidad entre horizontes, estructura, raíces, macroporos, pedregosidad, condiciones hídricas y otros rasgos propios de los suelos. Mediante la información de campo y de laboratorio que acompaña a los ejemplares, se pueden inferir los factores que han intervenido en su formación y comprender el comportamiento de cada suelo, información que además es útil con fines taxonómicos.

Por otra parte, la colección de suelos es un vínculo entre el hombre y su medio ambiente y proporciona información a la sociedad en general y a los productores agrícolas sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos que son importante para conocer el uso y el manejo que se les puede dar, y para sustentar la toma de decisiones en el ámbito agrícola, pecuario y forestal.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la M. C. Arcelia Cabrera González y M. C. Martha Bustos Zagal^t por su valioso aporte a la colección de microperfiles en el Laboratorio de Edafología.

Al Dr. Christian Prat por su gran apoyo para la elaboración de monolitos mediante el proyecto europeo DESIRE.

A la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH por la aprobación de proyectos que han permitido solventar algunos gastos.

REFERENCIAS

- Alcalá J., M. y Cortés V., M. O. (2006). *Informe de actividades Colección de Suelos*. Facultad de Biología, Laboratorio de Edafología, UMSNH.
- Alcalá J., M. y Cortés V., M. O. (2007). *Informe de actividades Colección de Suelos 2007*. Facultad de Biología, Laboratorio de Edafología, UMSNH.
- Alcalá J., M. y Cortés V., M. O., (2010). *Informe Técnico Colección de Suelos Monolitos del 2 enero-31 diciembre 2009*. Facultad de Biología, Laboratorio de Edafología, UMSNH.
- Alcalá J., M. y Cortés V., M. O. (2012). *Informe Técnico Colección de Suelos del 2 enero-31 diciembre 2011*. Facultad de Biología, Laboratorio de Edafología, UMSNH.
- Alcalá J., M. y Cortés V., M. O. (2013). *Informe Técnico Colección de Suelos del 2 enero-31 diciembre 2012*. Facultad de Biología, Laboratorio de Edafología, UMSNH.
- Alcalá J., M. y Cortés V., M. O. (2014). *Informe Técnico Colección de Suelos del 2 enero-31 diciembre 2013*. Facultad de Biología, Laboratorio de Edafología, UMSNH.
- Alcalá J., M., González C., J. C. y Cortés V., M. O. (2016). *Informe Técnico Colección de Suelos del 2 enero-diciembre 31 de 2015*. Facultad de Biología, Laboratorio de Edafología, UMSNH.
- Alcalá J., M., Cortés V., M. O. y González C., J. C. (2014). Vertisoles sellados y clasificación preliminar de nuevos suelos. *XX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*. Cuzco, Perú.
- Bertsch F. y Henríquez, C. (2015). *El año internacional de los suelos*. Agronomía Costarricense, 39, 149-155. ISSN: 0377-9424/2015.
- Blanco C., D. y Durón R., E. (2007). Colección y Preservación de Perfiles de Suelo (Monolitos). *Memorias XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo* (pp. 747-750). León, Gto.
- Cabrera G., A. (2003). Suelos. En *Atlas Geográfico del estado de Michoacán* (pp: 51-54). 2a. ed. EDISSA, S. A. DE C. V., México.
- CIC (Coordinación de la Investigación Científica). (2014). *Proyecto: Caracterización y Clasificación de Suelos del Campus Morelia de la UMSNH*. Convocatoria 2014-2015. Reporte técnico.
- Cortés V., M. O. (2010). *Clasificación y Colección de Suelos en la Microcuenca Atécuaro*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. UMSNH. Morelia, Mich.
- Cortés V., M. O. (2013). *Propiedades Edáficas y su Relación con la Estabilidad de la Estructura de los Suelos de Angangueo*. Tesis de Maestría. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas. UMSNH.
- DESIRE (DESERTIFICATION MITIGATION AND REMEDIATION OF LAND). (2008). *Proyecto de la Unión Europea. Subcuenca de Cointzio, Mich. A global approach for local solutions-* UE FP6-2005-Global-4 (OJ 2005 C 177/15). Periodo 2008 a 2011.

- Estrada H., I. R. (2007). *Carbono en Biomasa Aérea, en Suelo y su Relación con la Fracción Fina de este Reservorio*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, Edo. de México.
- FAO y GTIS (Grupo Técnico Intergubernamental de Suelos). (2015). *Estado Mundial del Recurso Suelo - Resumen Técnico*. ONU y GTIS, Roma, Italia.
- FAO-UNESCO-ISRIC. (1988). Mapa Mundial de Suelos. Leyenda Revisada. Traducción al español de T. Carballas, F. Macías, F. Díaz-Fierros, M. Carballas y J. A. Fernández-Urrutia. *Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos* 60. ONU. Roma.
- Higuera M., X. (2016). *Uno de los museos más grandes de Latinoamérica*. Bogotá. Nota periodística Alcaldía Mayor de Bogotá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Recuperado el 15 marzo, 2018 de: <http://bogota.gov.co/article/temas-de-ciudad/planeacion/uno-de-los-museos-de-suelos-mas-grande-de-latinoamerica-esta-en-bogota>).
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) TACUAREMBÓ. (2015). *Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas*. Uruguay Montevideo.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (1982). *Carta Edafológica E14A23 escala 1:50 000*. México, D. F.
- INEGI. (2007). *Conjunto de datos vectorial edafológico, escala 1:250 000, Serie II (continuo nacional)*. Aguascalientes, Ags., México.
- ISRIC (Centro Internacional de Información y Referencia en Suelos). (2016). *World Soil Information*. Recuperado el 15 de marzo, 2017 de: <http://wsm.isric.org/#tourGoogle;http://blog.redinnovagro.in/2016/08/05/wagenigen-holanda-tome-un-recorrido-virtual-por-el-museo-del-suelo-isric-mundial/>).
- IUSS-ISRIC-FAO. (2007). *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB)*. Traducción al español de M. S. Pazos. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos. No. 103. FAO, Roma.
- May-Acosta, C. y Bautista, F. (2005). Colección de Monolitos de Suelos de la Península de Yucatán. En F. Bautista y G. Palacio (Eds.). *Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales* (pp. 87-103). Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología.
- Méndez, M. y Rosales, A. (1986). *Colección de Monolitos de Suelos de la Planicie Lacustrina de la Depresión del Lago de Valencia*. UCV-Facultad de Agronomía. Maracay.
- Museo Virtual. (2018). *Departamento de Edafología, Universidad de Granada, España*. Recuperado el 20 de marzo, 2018 de: <http://edafologia.ugr.es/museovirtual/indice.html>.
- Rey C., J., Granados, F., Carreño, F. y Arria, A. (2004). *Sistema de Información del Museo Nacional del INIA (Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias)*. Divulga 1 enero-abril/11.

SOIL SURVEY STAFF. (2014). *Claves para la taxonomía de suelos*. Traducción al español de: Carlos A. Ortiz-Solorio, Ma del C. Gutiérrez-Castorena y Edgar V. Gutiérrez-Castorena. 12a. ed. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales.

Van Baren, J. H. V. y Bomer, W. (1979). *Procedures for the collection and preservation of soil profiles*. Technical Paper 1. International Soil museum-Wageningen, The Netherlands.



Tecnosol al norte del Edificio "X" en Ciudad Universitaria, (GV).



Museo de Geología y Mineralogía “Dr. Jenaro González Reyna”

AÍDA LÓPEZ-HERNÁNDEZ, NOEMÍ TRUJILLO-HERNÁNDEZ,
WILFRIDO MARTÍNEZ-MOLINA, CINDY LARA-GÓMEZ,
FELIPE DE JESÚS JERÓNIMO-RODRÍGUEZ
Y ELIA MERCEDES ALONSO-GUZMÁN

RESUMEN

La colección del Museo de Geología y Mineralogía está formada por más de 1800 ejemplares recolectados en su mayoría por el Dr. Jenaro González Reyna y su equipo de trabajo; de éstos, 1020 ejemplares son minerales organizados de acuerdo a su composición química, 556 corresponden a la sección de rocas agrupadas de acuerdo a su origen en: ígneas, sedimentarias y metamórficas. La colección se complementa con 224 fósiles, procedentes principalmente del estado de Michoacán. El museo se ubica en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).

INTRODUCCIÓN

El museo de Geología y Mineralogía “Dr. Jenaro González Reyna” forma parte importante del patrimonio nacional y cultural, pues representa uno de los primeros intentos en México para divulgar el conocimiento científico de las Ciencias de la Tierra. Así mismo, surge como un esfuerzo para dar solución a la necesidad de contar con elementos didácticos de apoyo para las clases de Geología que se imparten en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). De esta manera, la colección permite satisfacer requerimientos académicos de la Universidad, así como recibir visitas escolares de todos los niveles de educación del estado, de entidades circundantes y público en general.

El museo, que fue fundado en 1962 por un equipo de profesores bajo la coordinación del doctor en ingeniería Jenaro González Reyna, se localiza en Ciudad Universitaria, en el edificio “F” de la Facultad de Ingeniería Civil (Figura 1). La colección del museo cuenta actualmente con más de 1800 ejemplares divididos en tres secciones: rocas, minerales y fósiles. La sección de minerales cuenta con más de 1,020 ejemplares clasificados con base en su composición química, de manera que está divididas en siete grupos principales: minerales nativos, silicatos, carbonatos, óxidos e hidróxidos, sulfuros, sulfatos y haluros. La sección de rocas presenta una extensa colección dividida, de acuerdo con su origen, en tres grupos: ígneas, sedimentarias y metamórficas. Estas rocas muestran una rica variación en formas, texturas y componentes minerales. Por otra parte, a esto se le agrega la sección de fósiles, que cuenta con más de 224 ejemplares.

Igualmente, se exhiben de manera permanente más de 80 objetos personales del Dr. Jenaro González Reyna (periódicos, cuadros, fotografías, cartas, constancias, herramientas de campo, entre otros objetos) que fueron donados por su hijo Uriel González para la reinauguración del museo en el nuevo edificio “F” de Ciudad Universitaria en 2003.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA COLECCIÓN DEL MUSEO DE GEOLOGÍA Y MINERALOGÍA “DR. JENARO GONZÁLEZ REYNA”

En 1853 Melchor Ocampo propuso la creación de un museo de historia natural que sirviera para actividades de enseñanza para los nicolaitas, y ofreció sus colecciones de moluscos, reptiles y piezas curiosas de zoología, paleontología, geología y geodesia. Esta colección formó parte del Museo Michoacano de Historia Natural, fundado en 1886 por el Dr. Nicolás León Calderón y el Dr. Manuel Martínez Solórzano (Compilación de reportes periodísticos, 1965).

Hasta el año de 1957 la UMSNH sólo poseía una pequeña colección de rocas y minerales, 60 o 70 ejemplares en total, sin clasificación, restos de la valiosa colección de historia natural que formaba parte del Museo Michoacano de Historia Natural. Ante las exigencias culturales y científicas se integró en ese año un grupo de profesores, formado por los ingenieros Héctor Aragón Ruiz, Rubén Reynoso Maldonado, Luis García Reyes, Luis Silva Ruelas y Nabor Ballesteros Tena, bajo la dirección del doctor en ingeniería Jenaro González Reyna, brillante investigador nacido en Michoacán y poseedor de vastos conocimientos en geología. A fin de incrementar el acervo, los integrantes del equipo realizaron actividades de recolección en diferentes lugares de la república entre 1957 y 1962 (SIC, 2007), se prepararon los especímenes, se clasificaron y seleccionaron las muestras para exhibición y se elaboraron registros. Esta colección ampliada se acogió en 1962 en la Facultad de Ingeniería en el edificio de Adolfo Cano, Col. Chapultepec Norte, donde permaneció hasta que fue trasladada a las nuevas instalaciones de la Facultad de Ingeniería Civil en Ciudad Universitaria en 1975. Finalmente, y como reconocimiento a la desinteresada labor del Dr. González Reyna, en reunión del H. Consejo Técnico, se decide darle al Museo de Geología y Mineralogía el nombre de Dr. Jenaro González Reyna.

El Dr. Jenaro González Reyna nació en el mineral de Dos Estrellas, en Tlalpujahuá, Michoacán, el 12 de noviembre de 1905. Estudió en la Universidad de Mc Allester en Saint Paul, Minnesota, EUA, y en 1930 recibió el título de Ingeniero en Geología. En 1949 obtuvo el grado de Doctor en Ciencias en la misma universidad. Su carrera fue muy productiva ya que publicó más de 100 trabajos, entre los que destacan la *Guía del explorador minero* y un libro titulado *La riqueza mineral y yacimientos minerales de México*. Fue uno de los creadores y fundadores del Consejo de Recursos no Renovables, y descubrió un nuevo mineral al que en 1955 el Dr. William Foshag nombró Gonzalecita en su honor (Compilación de reportes periodísticos, 1965).

El número de ejemplares en la colección se ha incrementado paulatinamente gracias a las donaciones del Dr. Víctor M. Malpica C. de la UNAM, de exalumnos y aportaciones personales de la responsable del museo.

ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EJEMPLARES QUE FORMAN LA COLECCIÓN DEL MUSEO DE GEOLOGÍA Y MINERALOGÍA

Como se mencionó al inicio, la colección está organizada en 3 secciones: Minerales, Rocas y Fósiles. A continuación se describen los rasgos principales de cada sección expuesta en el museo.

SECCIÓN DE MINERALES

Minerales son los elementos constructivos que forman las rocas y son sustancias sólidas cristalinas que se forman en la naturaleza, generalmente de tipo inorgánico, con una composición química específica. De acuerdo con su composición química los minerales se agrupan en 7 familias: Minerales Nativos, Silicatos, Carbonatos, Óxidos e Hidróxidos, Sulfuros, Sulfatos y Haluros.

Minerales Nativos: Oro (Au), Cobre (Cu), Plata (Ag)

A este tipo le pertenecen 124 especies minerales, de las cuales 38 especies son los elementos nativos, 56 especies pertenecen a los compuestos intermetálicos y los demás son carburos, nitruros y fosfuros. La mayoría de los minerales de este tipo son raros ya que su peso total no rebasa el 0.02% de toda la masa de la corteza terrestre (Ostrooumov, 2006). Los elementos nativos son las especies minerales integradas por los átomos de elementos químicos iguales o de estructura y propiedades próximas: metales, semimetales y no metales. Todos los metales nativos poseen alta conductividad térmica y eléctrica, difieren por el fuerte brillo metálico, la alta densidad que depende de la masa atómica de los elementos determinados. Los no metales nativos con enlace mixto covalente molecular (azufre, grafito) se caracterizan por las estructuras del tipo anular y laminar. En forma de elementos nativos se generan las concentraciones industriales de ciertos metales (oro, plata, platino) y no metales (azufre, grafito, diamante) (Ostrooumov, 2006).

Silicatos

Los silicatos (Albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), Ortoclasa (KAlSi_3O_8), etc.) son minerales muy importantes que componen la masa principal de las rocas: feldespatos (Figura 3), micas, piroxenos, anfíboles, olivino, etc. Los silicatos constituyen importantes minerales económicos no metálicos que son materia prima cerámica y refractaria, materiales de construcción, termo y electroaislantes. Los silicatos también son las menas de algunos elementos raros: Li, Cs, Be, Zr, a veces de Fe (cloritas de Fe, que contienen hasta 38-42% de Fe: chamosita y turingita). Además, a los silicatos pertenecen varias piedras preciosas y semipreciosas como: esmeralda, aguamarina, topacio, nefrita, rodonita, etcétera (Ostrooumov, 2006).

Carbonatos

A esta clase pertenecen 201 especies minerales, que son las sales de ácido carbónico Calcita (CaCO_3) (Figura 4). Los carbonatos, sobre todo la calcita y la dolomita, son los minerales más ampliamente difundidos en la corteza terrestre. Los carbonatos son los minerales principales de algunas rocas sedimentarias como las calizas, dolomitas y metamórficas, como los mármoles, que forman acumulaciones industriales y se utilizan en calidad de materiales de construcción o para obtener el cemento y la cal. Algunos de estos son materias primas en la industria química (sosa), en la industria metalúrgica como material refractario (magnesita) y como fundente al hacer hierro (caliza). Los carbonatos son también la mena de hierro (siderita), integran las menas polimetálicas (cerusita, esmitsonita), sirven de materia prima óptica valiosa (espató de Islandia) y se consumen en calidad de piedra decorativa y semipreciosa (travertino, mármol, malaquita, azurita). El carbonato más difundido en la corteza terrestre es la Calcita CaCO_3 (Ostrooumov, 2006).

Óxidos e Hidróxidos

A este grupo pertenecen más de 500 minerales, de los cuales dos terceras partes son los óxidos. Constituyen alrededor del 17% de la masa de la corteza terrestre. Las especies minerales de este subtipo son las menas importantes de Fe, Cr, Mn, Ti, Al, Nb, Ta, U, Th, también son abrasivos (corindón), piezoeléctricos (cuarzo), piedras preciosas (rubí, zafiro, amatista). Dos minerales muy abundantes son la Hematita (Fe_2O_3) y el Cuarzo (SiO_2) (Figura 5) (Ostrooumov, 2006).

Sulfuros

El mayor número de minerales está representado por los compuestos sulfurosos (sulfuros y sulfosales). A este tipo pertenecen más de 600 minerales, de los cuales 480 son sulfurosos. Entre los minerales de este tipo, no más de 20 de ellos son muy abundantes y forman acumulaciones importantes como la Pirita (FeS_2) que acompaña a los depósitos de plata y oro. Los sulfuros y sus análogos son las menas más importantes de metales no ferrosos (Cu, Pb, Zn, Co, Ni), nobles (Au, Ag) y varios raros (Cd, In, Ga, Ge, Se, Te) (Ostrooumov, 2006).

Sulfatos

Los minerales de esta clase son las sales del ácido sulfúrico, que conforman 293 minerales. Muchos sulfatos sirven de materia prima para la industria química a fin de obtener los metales (Ba, Sr, Al, Mg, etc.). Algunos de ellos se utilizan en la construcción Yeso $(\text{CaSO})\cdot\text{H}_2\text{O}$ (Figura 6), en calidad de agente adulterante (Ostrooumov, 2006).

Haluros

Estos minerales se caracterizan por una dureza relativamente baja. Peso específico variable según el catión principal, y puntos de fusión de moderados a elevados. Muchos son solubles en agua como la Halita (NaCl). En general, son malos conductores del calor y de la electricidad en estado sólido, pero aumenta considerablemente por calentamiento, hasta llegar a una excelente conductividad en estado fundido o disueltos en agua (Ostrooumov, 2006).

SECCIÓN DE ROCAS

Una roca es un sólido constituido por un agregado o conjunto de minerales que se forman en la naturaleza. Algunas rocas, tales como el mármol blanco, están compuestas de un solo mineral, en este caso calcita. Por su origen las rocas se clasifican en 3 grupos: ígneas, sedimentarias y metamórficas (López-Hernández, 2005).

Rocas ígneas:

Se forman por la cristalización del magma cuando se enfría una masa de roca fundida que se origina a profundidad en la corteza y el manto superior. La mayoría de los minerales que forman estas rocas pertenecen al grupo de los silicatos (López-Hernández, 2005).

Las rocas ígneas se dividen en: Intrusivas y Extrusivas.

Intrusivas: se generan cuando el magma se enfría lentamente dentro de la corteza a grandes profundidades y forma cristales visibles a simple vista. Ejemplo: el granito (Figura 7).

Extrusivas: se originan cuando el magma sale a la superficie a través de los volcanes y se enfría rápidamente formándose cristales microscópicos. Ejemplo: el basalto.

Rocas sedimentarias:

Son consecuencia del intemperismo y de la erosión de las rocas, su materia prima son los sedimentos que se acumulan en capas y se endurecen por compactación y cementación (López-Hernández, 2005). Se clasifican en:

Rocas clásticas: están formadas por partículas que son fragmentos de rocas transportados, producidos por el desgaste de la roca preexistente. Ejemplo: las areniscas (Figura 8) y conglomerados.

Rocas no clásticas: se forman por la precipitación de minerales disueltos en agua. Ejemplo: el yeso y la halita.

Rocas metamórficas:

Se producen cuando las rocas originalmente ígneas, sedimentarias u otras metamórficas, cambian su mineralogía, textura o composición química manteniendo su forma sólida sin pasar por el estado líquido, debido a las altas temperaturas y presiones que ocurren en las profundidades de la Tierra (López-Hernández, 2005). Por sus texturas se agrupan en:

Foliadas: Son rocas sometidas a calor y presión diferencial durante el metamorfismo y se caracterizan por presentar alineación paralela de minerales, lo cual da a la roca una apariencia de capas o bandas. Ejemplo: pizarra, filita, esquisto y gneis.

Granoblásticas: Los cristales forman un mosaico de granos más o menos equidimensionales. Esta textura es común en rocas monominerálicas como cuarcitas y mármoles, así como en rocas de grado metamórfico muy alto como granulitas.

Porfidoblásticas: Las texturas porfidoblásticas se desarrollan en una gran variedad de tipos de rocas y de ambientes metamórficos cuando los minerales del protolito recristalizan y forman nuevos minerales. Durante la recristalización algunos minerales metamórficos, como el granate, la estauroлита y la andalucita, desarrollan invariablemente una pequeña cantidad de cristales muy grandes. Por el contrario, minerales como la moscovita, la biotita y el cuarzo suelen formar una gran cantidad de granos muy pequeños. Por consiguiente, cuando el metamorfismo genera los minerales de granate, biotita y moscovita en el mismo ambiente, la roca contendrá cristales grandes (porfidoblastos) de granate embebidos en una matriz de grano fino compuesta de biotita y moscovita. Ejemplo: Augen gneis (Fig. 9).

SECCIÓN DE FÓSILES

En esta sección se puede apreciar evidencia de los organismos que son indicadores de vida en distintas eras geológicas. Se encuentran divididos por clase, familia y género. Entre los fósiles del Museo “Dr. Jenaro González Reyna”, destacan los gasterópodos como: Nerinae, Pyrazus (Figura 10) y Actaeonella (Figura 11). También se pueden apreciar pelecípodos como: Pecten, Pterotrigonia, Trigonidea, Radiolites y Cardium, entre otros.

En las vitrinas también se exhiben donaciones de restos de mamuts extraídos en la ciudad de Morelia (Av. Héroe de Nocupétaro) y los alrededores de Cointzio, que en el pasado fue una zona lacustre-pantanosas. Igualmente se muestra madera fosilizada.

La colección del Museo tiene un enfoque principalmente de divulgación científica, se pretende despertar en los visitantes, de todos los niveles escolares, la inquietud de conocer el origen, los usos y aplicaciones de los materiales inorgánicos expuestos, hacer conciencia de lo importante que han sido en el desarrollo de las culturas a través del tiempo por medio de su uso como materiales de construcción, y lo relevante que son para la subsistencia del ser humano para

mantener el equilibrio metabólico. Por medio de pláticas grupales y talleres se les motiva a interesarse de la parte económica, las posibilidades de explotación y su manejo sustentable y amigable con el medio ambiente. Finalmente, el Museo de Geología y Mineralogía es un sitio donde la ciudadanía puede encontrar orientación en la identificación de los minerales y en lo referente a su valor económico.

REFERENCIAS

Compilación de reportes periodísticos. (1965). *Museo de geología y Mineralogía Dr. Jenaro González Reyna*.

López-Hernández, A. (2005). *Apuntes de geología básica*. Facultad de Ingeniería Civil, UMSNH, México.

Ostrooumov, M. (2006). *Fundamentos de Mineralogía. Apuntes de mineralogía de la Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio-INICIT*, UMSNH, México.

Sistema de Información Cultural (SIC). (2017). *Museo de Geología y Mineralogía Dr. Jenaro González Reyna*. Recuperado 06/mayo/2018 de http://sic.gob.mx/ficha.php?table=museo&table_id=758



Figura 1. Museo de Geología y Mineralogía "Dr. Jenaro González Reyna" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), (IMS).



Figura 2. Equipo de trabajo analizando muestras de rocas, (IMS).



Figura 3. Feldespato: Ortoclasa ($KAlSi_3O_8$). Familia: Silicatos.
Procedencia: Zimatlán, Oaxaca, México, (IMS).



Figura 4. Calcita (CaCO_3). Familia: Carbonatos. Procedencia: Areponápuchic, Chihuahua, (IMS).



Figura 5. Mineral de Cuarzo amatista (SiO_2). Familia: Óxidos.
Procedencia: Guanajuato (Mina de Rayas), (IMS).



Figura 6. Mineral de Yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Familia: Sulfatos. Procedencia: Naica, Chihuahua, (IMS).



Figura 7. Roca ígnea intrusiva: Granito. Procedencia: desconocida, (IMS).



Figura 8. Roca sedimentaria clástica. Arenisca fosilífera. Procedencia: Medina, Nueva York, EUA, (IMS).



Figura 9. Roca metamórfica porfidoblástica Augen gneis. Procedencia: Carretera Cristóbal Colón, Puebla, (IMS).



Figura 10. Fósiles del género *Pyrazus*, (IMS).



Figura 11. Fósiles del género *Actaeonella*, (IMS).



Glosario

Arquegónio: Órgano reproductor femenino de algas, hongos y briofitas.

Carpelo: Hojas modificadas que forman la estructura reproductiva femenina de las flores en las angiospermas.

Cepa: Conjunto de células descendientes de una misma célula.

Dicotiledónea: Plantas con flores que se caracterizan entre otras cosas porque su embrión tiene 2 cotiledones.

Endogamia: Reproducción entre individuos de ascendencia común.

Esporofito: Fase diploide (con un número doble de cromosomas) en las plantas con ciclo de vida haplo-diplonte.

Eucariota: Dominio que incluye a los organismos formados por células con núcleo.

Fanerógamas: Grupo de plantas que incluye a todas las plantas vasculares que producen semillas.

Gametofito: Fase haploide (con un solo juego de cromosomas) en las plantas con ciclo de vida haplo-diplonte.

Germoplasma: Material vegetal que se almacena bajo condiciones controladas con el fin de preservar información genética de especies silvestres.

Gimnosperma: Plantas vasculares que poseen semillas, pero no tienen flores.

Gineceo: Estructura reproductiva femenina en las angiospermas.

Holotipo: Ejemplar principal designado como referencia de una especie en el momento de la publicación original que la describe.

Isotipo: Ejemplar duplicado del holotipo.

Mena: Mineral del que se puede extraer un elemento químico para su aprovechamiento.

Micorriza: Relación simbiótica entre hongos y las raíces de una planta.

Monocotiledónea: Plantas con flor, generalmente herbáceas cuyas semillas tienen un solo cotiledón.



Índice de autores de imágenes en páginas introductorias

4	Víctor Manuel Gómez Reyes	132	Omar Domínguez Domínguez
8	Gustavo Vega	152-153	Omar Domínguez Domínguez
10	Patricia Silva-Sáenz	154	Jonatan Torres-Pérez-Coeto
12	Aslam Narváez	166	Jonatan Torres-Pérez-Coeto
15	Eduardo González Partida	168	Rosario Arreola Gómez
16	Esmeralda Itzel Álvarez Contreras	183	Gustavo Vega
28	Deneb García Avila	208	Gustavo Vega
29	Deneb García Avila	209	Gustavo Vega
30	Rosa Isabel Fuentes Chávez	210	Rosario Arreola Gómez
44	Gustavo Vega	224	Jonatan Torres-Pérez-Coeto
49	Rosa Isabel Fuentes Chávez	226	Alejandro Hiran Marín Leyva
50	Patricia Silva-Sáenz	242-243	María Luisa García Zepeda
66	Gerardo Vázquez Marrufo	244	María Alcalá de Jesús
83	Gerardo Vázquez Marrufo	259	Gustavo Vega
84	Víctor Manuel Gómez Reyes	260	Eduardo González Partida
98	Víctor Manuel Gómez Reyes	274	Omar Domínguez Domínguez
99	Víctor Manuel Gómez Reyes	274	Víctor Manuel Gómez Reyes
100	David Tafolla Venegas	276	Jonatan Torres-Pérez-Coeto
112	Rosario Arreola Gómez	276	Gustavo Vega
131	Jonatan Torres-Pérez-Coeto	278	Jonatan Torres-Pérez-Coeto

Índice de archivos fotográficos

MAJ	María Alcalá De Jesús	LFMG	Luis Fernando Martínez García
JAD	Javier Alvarado Díaz	JCM	Juan Carlos Medina
EIAC	Esmeralda Itzel Álvarez Contreras	IMS	Irena Medina Sapovalova
RAG	Rosario Arreola Gómez	EMR	Eduardo Mendoza Ramírez
JMAA	Juan Manuel Artígaz Azas	KGPZ	Karla Guadalupe Pérez Zarco
LD	Leticia Díaz	JP	Javier Ponce Saavedra
ODD	Omar Domínguez Domínguez	AFQR	A. F. Quijano Ravell
RIFCh	Rosa Isabel Fuentes Chávez	PSS	Patricia Silva-Sáenz
DGA	Deneb García Avila	DTV	David Tafolla Venegas
MLGZ	María Luisa García Zepeda	JTPC	Jonatan Torres-Pérez-Coeto
VMGR	Víctor Manuel Gómez Reyes	GVM	Gerardo Vázquez Marrufo
EGP	Eduardo González Partida	GV	Gustavo Vega
RML	Roberto Marín López		



ÍNDICE

- 7** **Presentación**
- 10** **Prefacio**
- 16** **Colección de briofitas (plantas no vasculares)**
Deneb García Avila
- 30** **Colección de plantas vasculares**
Rosa Isabel Fuentes Chávez, Norma Patricia Reyes Martínez, Karla Guadalupe Pérez Zarco y Marlene Gómez Peralta
- 50** **Colección de frutos (carpoteca)**
Patricia Silva Sáenz
- 66** **Colección de recursos genéticos fúngicos del estado de Michoacán**
Gerardo Vázquez Marrufo, Ma. Soledad Vázquez Garcidueñas y Marina Arredondo Santoyo
- 84** **Colección de hongos (líquenes y macromicetos)**
Víctor Manuel Gómez Reyes, Dulce Noemí Ríos Ureña y Marlene Gómez Peralta
- 100** **Colección científica de parásitos**
David Tafolla-Venegas
- 112** **Colecciones de insectos y arácnidos**
Javier Ponce Saavedra y Ricardo Pérez Munguía
- 132** **Colección de peces y accesorias**
Xavier Madrigal Guridi, Rodolfo Pérez Rodríguez, Martina Medina Nava y Omar Domínguez Domínguez
- 154** **Colección herpetológica**
Ileri Suazo-Ortuño, Javier Alvarado-Díaz y Jonatan Torres-Pérez-Coeto
- 168** **Colección de aves**
Laura E. Villaseñor Gómez, J. Fernando Villaseñor Gómez, Francisco R. Pineda Huerta y Javier Salgado Ortiz
- 210** **Colección científica de mamíferos**
María Concepción Apátiga Castelán, Román Soria Baltazar y Arturo Núñez Garduño
- 226** **Colección de paleontología**
María Luisa García Zepeda, Alejandro H. Marín Leyva y J. Ramón López García
- 244** **Colección de suelos**
María Alcalá De Jesús, Martha Olivia Cortés Vargas, Arcelia Cabrera González y Juan Carlos González Cortés
- 260** **Museo de Geología y Mineralogía Dr. Jenaro González Reyna**
Aída López Hernández, Noemí Trujillo Hernández, Wilfrido Martínez Molina, Cindy Lara Gómez, Felipe Jerónimo Rodríguez y Elia Alonso Guzmán
- 275** **Glosario**
- 277** **Índice de créditos fotográficos**



Patrimonio natural: Colecciones científicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
se terminó de imprimir el 3 de enero de 2019, en los Talleres de EDITORIAL MOREVALLADOLID S. DE R.L. DE C.V., con un tiraje de 500 ejemplares. Se formó con las familias tipográficas Fira Sans y Playfair. Estuvieron al cuidado de la edición Ileri Suazo Ortuño, Eduardo Mendoza Ramírez, Leonel López Toledo y Héctor Alvarado Díaz.

Esta obra aparece en el marco del Centenario de la Fundación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

