



Bioagrociencias

Revista de difusión del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la
Universidad Autónoma de Yucatán



Un caso de éxito para la
conservación



2018: Año internacional de los arrecifes de coral



Comité editorial

Editor general

Virginia Meléndez Ramírez

Coeditor

Alfonso Aguilar Perera

Editores asociados

Carmen Salazar Gómez-Varela

Edwin J. Gutiérrez Ruíz

Juan Magaña Monforte

Luís Ramírez y Avilés

Víctor Cobos Gasca

Silvia Hernández Betancourt

William May Itza

Directorio

Dr. José de Jesús Williams

Rector

M. en C. Marco Torres León

Director

M. en C. Rosa G. Ramírez Porras

Secretaria Académica

M. en C. José Enrique Abreu Sierra

Secretario Administrativo

Dr. Hugo Delfín González

Jefe de la Unidad de Posgrado

Fotografías de la portada

Corales, tomada de: <https://news.un.org/es/story/2018/01/1425331>- Banco Mundial

Jaguar, tomada de: www.yucatan.gob.mx

Armado editorial de la publicación

Virginia Meléndez Ramírez

Bioagrocencias, Año 11 (enero a junio de 2018), revista electrónica, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Yucatán, a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, km. 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil s/n, Mérida, Yucatán, México. Tel. 999 942 32 00

<http://www.ccba.uady.mx/>

Editor Responsable: Virginia Meléndez Ramírez, reserva del derecho al uso exclusivo 04-2017-062617313100-203, ISSN 2007 - 431X.

Responsable de la última actualización: Carlos Canul Sansores, con domicilio en Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, km. 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil s/n, Mérida, Yucatán, México. Tel. 999 942 32 00. Fecha de última actualización: Julio 2018. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor o de la institución. Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la dirección de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Correo electrónico:

bioagrocencias@correo.uady.mx

La actualización de la guía para autores y acerca de la revista se encuentra en la página Web:

<http://www.ccba.uady.mx/>

Índice

Lizbeth Chumba Segura: cuatro décadas dedicadas a la docencia e investigación.....1

Roberto Carlos Barrientos Medina

Los plaguicidas organofosforados y su impacto en el ambiente acuático de Yucatán.....5

Víctor M. Cobos Gasca y Roberto C. Barrientos Medina

Reflexiones acerca de las tareas y compromisos para pertenecer y mantenerse en el Sistema Nacional de Investigadores del CONACyT.....11

Juan Felipe de Jesús Torres Acosta

Reseña de libro Microalgas de la Península de Yucatán.....15

Juan Manuel Arana Ravell

Riqueza y diversidad de pteridofitas calcícolas en zonas arqueológicas de la Ruta Puuc, Yucatán.....19

Flor Peraza Romero, Pedro Enrique Nahuat Cervera, Indira Riaño, Emiliano Sosa Soltero, Geiser Tun, Roger Zetina Muñoz y Juan Tun Garrido

Unidad de Manejo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre San Manuel: un caso de éxito para la conservación de la biodiversidad en Yucatán, México.....30

Virginia Meléndez Ramírez, María del Sagrario Gordillo Tinoco y Dulce María Burgos Cervantes

Lizbeth Chumba Segura: cuatro décadas dedicadas a la docencia e investigación

*Roberto Carlos Barrientos Medina

Departamento de Ecología, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

*rcarlos@correo.uady.mx

El 1° de febrero de 2018, la M. en C. Lizbeth Chumba Segura recibió un cálido homenaje de parte de amigos y colegas por cumplir 40 años de servicio en la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y por su jubilación.



Figura 1. Homenaje a la M. en C. Lizbeth Chumba Segura. De izquierda a derecha, Dr. Salvador Flores Guido, M. en E. Rita Vermont Ricalde, la homenajeadada, M. en C. Marco Torres León, Dra. Carmen Salazar Gómez Varela y Dr. Hugo Delfín González.

La maestra Chumba es originaria de Progreso, Yucatán, y realizó sus estudios de licenciatura en la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), mientras que sus estudios de posgrado (Maestría en Ciencias con especialidad en Ictiología) en el Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en la Paz, Baja California.

Antes de concluir sus estudios de licenciatura, formó parte del equipo de trabajo del M. en C. Jorge Zamacona Evenes, que con el tiempo se convirtió en el Departamento de Acuicultura y Biología Marina. Se interesó y dedicó al estudio de los peces de cenotes de Yucatán, dentro del proyecto denominado “Ecología de los cenotes”, se convirtió en pionera de los estudios de estos organismos y su trabajo la llevó a publicar una serie de folletos de divulgación sobre los peces de los cenotes, (Fig. 2), además de libros y artículos científicos.

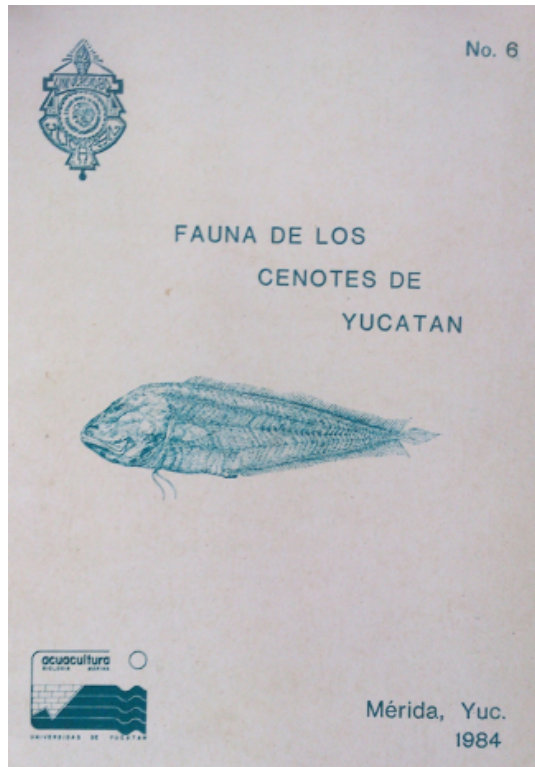


Figura 2. Folleto sobre fauna de los cenotes de Yucatán (izquierda); la M. en Lizbeth Chumba en el campo (derecha).

La M. en C. Lizbeth Chumba fomentó colaboraciones con varios investigadores del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA) de la UADY (Fig. 3) y de otros Campus de la Universidad, así como de otras Universidades y Centros de investigación de México y del extranjero.



Figura 3. Algunos colegas y alumnos de la M. en C. del CCBA, de izquierda a derecha: Dr. Victor Cobos Gasca, alumna Karina Medina López, M. en C. Roberto Barrientos, QFB. Silvia López Adrián y M. en C. Lizbeth Chumba Segura.

En cuanto a la docencia, al regreso de sus estudios de posgrado se incorporó a la Licenciatura en Biología, y durante sus años de servicio impartió varias asignaturas: Biología general, Anatomía Comparada de Cordados, Impacto Ambiental y, por supuesto, aquellas relacionadas con su pasión: Ictiología general e Ictiofauna de sistemas lagunares y continentales. Esto le permitió convivir con distintas generaciones de biólogos y biólogos marinos en formación.

Dentro de sus labores de investigación, fue responsable de la Colección Ictiológica Regional, adscrita a las Colecciones Zoológicas del CCBA de la UADY, desde los inicios de la mencionada colección biológica. Con su labor participó en la formación de recursos humanos, principalmente a nivel licenciatura, a través de tesis, servicio social y práctica profesional. También participó en distintos proyectos de investigación, tanto como responsable como colaboradora, relacionados con los ecosistemas acuáticos más representativos de la Península de Yucatán. Además, fungió como Jefa del Departamento de Zoología del CCBA por varios años.

Como resultado de sus actividades académicas, fue miembro de distintas sociedades científicas, entre las que destacan la Sociedad Ictiológica Mexicana y la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Ha sido una entusiasta participante de las reuniones de estos grupos de científicos, lo cual le permitió establecer colaboraciones con varios investigadores (Fig. 4), tanto nacionales como extranjeros, con algunos de los cuales ha intercambiado información o realizado estancias de investigación.



Figura 4. Dr. Fernando Cervigón Marcos, connotado ictiólogo español con la M. en C. Lizbeth Chumba Segura.

Finalmente se agradece a Verónica Cupul Cicero y a Karina Medina López por facilitar algunas de las fotografías que aparecen aquí, y se concluye con este sencillo homenaje a la labor que realizó a Mtra. Liz en beneficio de los estudiantes del CCBA de la UADY, principalmente de las licenciaturas en Biología y Biología Marina, y de la sociedad de Yucatán en general.

Los plaguicidas organofosforados y su impacto en el ambiente acuático de Yucatán, México

*Víctor M. Cobos Gasca y Roberto C. Barrientos Medina

Depto. de Ecología Tropical, Cuerpo Académico de Ecología Tropical, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

*cgasca@correo.uady.mx.

Introducción

En Yucatán, los agricultores de las zonas hortícola y cítrica utilizan una serie de plaguicidas entre los que sobresalen los insecticidas organofosforados (OP), seguidos de los bupiridílicos, los fenoxiacéticos y los organoclorados (Cobos-Gasca, 1995). Los plaguicidas organofosforados son principalmente ésteres del ácido fosfórico y un alcohol. Se consideran inhibidores de la colinesterasa y otras esterasas, sobre la cual actúan, se hidrolizan fácilmente presentando una vida corta en el ambiente degradándose con mayor rapidez. Sin embargo, estos son más tóxicos y por ende su uso representa mayor peligro para el trabajador agrícola. Dichos compuestos por lo general se aplican de manera indiscriminada, sin las medidas de protección y disposición final adecuadas, lo que podría ocasionar daños severos tanto a la salud humana como al ambiente.

Esto es particularmente importante en una zona cárstica como la de Yucatán, donde las características geohidrológicas facilitan la lixiviación y el arrastre de los contaminantes hacia el agua subterránea (Pacheco y Cabrera, 1996). Aunque esta zona no es la única fuente de abastecimiento de agua en la región, también alberga una biota acuática muy peculiar, la cual puede verse afectada seriamente por los contaminantes debido a la interacción que presentan estos organismos con su medio. Por lo anterior resulta evidente la necesidad de detectar y evaluar los posibles impactos que este tipo de sustancias ocasionan en el ambiente. Si bien existen revisiones anteriores (Alvarado-Mejía *et al.*, 1997) en las que se mencionan las implicaciones ambientales del manejo inadecuado de los plaguicidas, hasta la fecha no se ha conseguido integrar el conocimiento obtenido de las investigaciones ecotoxicológicas llevadas a cabo en la entidad. Artículos publicados en esta revista han hecho referencia a la presencia de plaguicidas organoclorados detectados en cuerpos de agua de la región, así como de los efectos que estos ocasionan en la fauna.

En el presente artículo se resume y analiza las investigaciones realizadas sobre la detección de plaguicidas organofosforados (OP) en el agua subterránea, así como la evaluación de los efectos ocasionados por estas sustancias, en peces de cenotes en Yucatán.

Residuos de plaguicidas en agua subterránea

En cuanto a contaminación, la evaluación de la calidad del agua subterránea es la que más atención ha recibido, ya que es la única fuente de abastecimiento para consumo humano. El estudio que puede considerarse como el pionero en este ámbito en Yucatán fue el de Santos-Vázquez (1989) quien determinó la presencia de OP (Folidol, Volatón y DDVP), organoclorados (BHC y Lindano) y carbamatos (Permetrín) en pozos profundos de abastecimiento ubicados en el Cono Sur del estado. Los plaguicidas se detectaron no solamente en las áreas con influencia agrícola, sino también en aquellas lejanas a sitios de cultivo, lo cual puede deberse al arrastre subterráneo de estas sustancias. En la misma zona, se ha detectado la presencia del herbicida 2,4-D (Cabrera *et al.*, 1992) relacionada probablemente con la recarga del acuífero, pues el contaminante sólo se detectó en la transición entre la época seca y la de lluvias.

En la zona hortícola de Dzidzantún, se han llevado a cabo estudios sobre la presencia de OP en el agua de pozos someros ubicados dentro de las áreas agrícolas (Cobos *et al.* 1997, Chab, 2000), los cuales detectaron y cuantificaron la presencia de Diazinón, el plaguicida más utilizado por los agricultores de la zona. Dicho compuesto está ausente durante la época seca y empieza a aparecer con las primeras lluvias, en concentraciones que van desde trazas < 0.001 ppm hasta 0.1 ppm, lo que confirma la influencia de las lluvias en el arrastre e infiltración de los contaminantes hacia el agua subterránea, facilitado por las condiciones calcáreas del terreno. En esta misma zona, se utilizan con frecuencia otros plaguicidas como Endosulfán y Tamarón, los cuales al entrar en contacto con el agua subterránea podrían ocasionar daños a la flora y fauna acuáticas tales como los observados en los cloroplastos de las microalgas diatomeas que se encuentran en los pozos de riego de la unidades de producción (Cobos-Gasca y López-Adrián, 1993), pudiendo tener serias implicaciones para el crecimiento y metabolismo de estos organismos productores primarios.

Por otra parte, Carbajal (2010) realizó un estudio en los municipios que comprenden el Cono Sur del estado de Yucatán, esta zona corresponde a un área triangular de 4000 km² y comprende los municipios de Akil, Tekax, Oxcutzcab y Tzucacab (Fig. 1). En dichos municipios se tomaron un total de 40 muestras de agua subterránea, en pozos localizados dentro de unidades cítricas y hortícolas, en donde se determinó la presencia de los plaguicidas Diazinón, Malatión, Metamidofós y Metilparatión. Los resultados obtenidos revelan sólo la presencia de Metilparatión en el 20% de las muestras siendo estas provenientes de los municipios de Tekax y Tzucacacab. Las concentraciones para este plaguicida se encontraron entre 0.539 a 0.564 ppb, las cuales están dentro de los límites permitidos en la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (CONAGUA, 2007), como fuente de abastecimiento para uso público urbano.

Efectos en la fauna

La determinación de la acetilcolinesterasa es una de las pruebas biológicas de mayor relevancia para determinar exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos tanto en fauna terrestre como acuática.

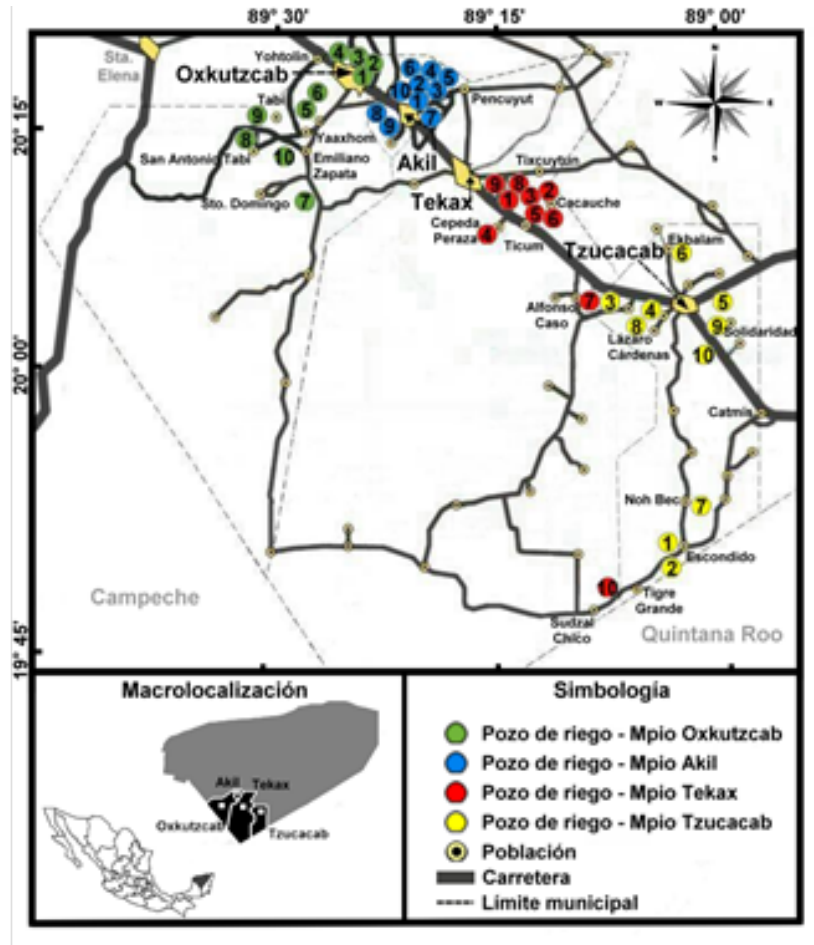


Figura 1. Pozos de agua considerados en el Cono Sur de Yucatán para la determinación de plaguicidas en aguas subterráneas. Fuente: Carbajal (2010).

Cuando la inhibición significativa AChE se detecta, se sabe no sólo que el organismo ha sido expuesto, sino también que una dosis suficiente del compuesto ha alcanzado el blanco para producir un efecto fisiológico. La determinación de la inhibición de la AChE ha sido observada en peces como *Gambusia yucatanana* (Pacheco-Garrido, 2013) colectados en diferentes cenotes de Celestún, Abalá y Buctzotz. Dichos resultados muestran que existen diferencias significativas durante la temporada de lluvias en los cenotes de Celestún y Abalá en *G. yucatanana*, lo que demuestra variaciones en la presencia de estos compuestos inhibidores de la colinesterasa (Fig. 2). El significado biológico de esta inhibición son lesiones neuronales y de comportamiento, y aunque las dosis no son letales, pueden ocasionar una disminución en la capacidad de búsqueda de alimentos, capturar a sus presas y evitar a los depredadores.

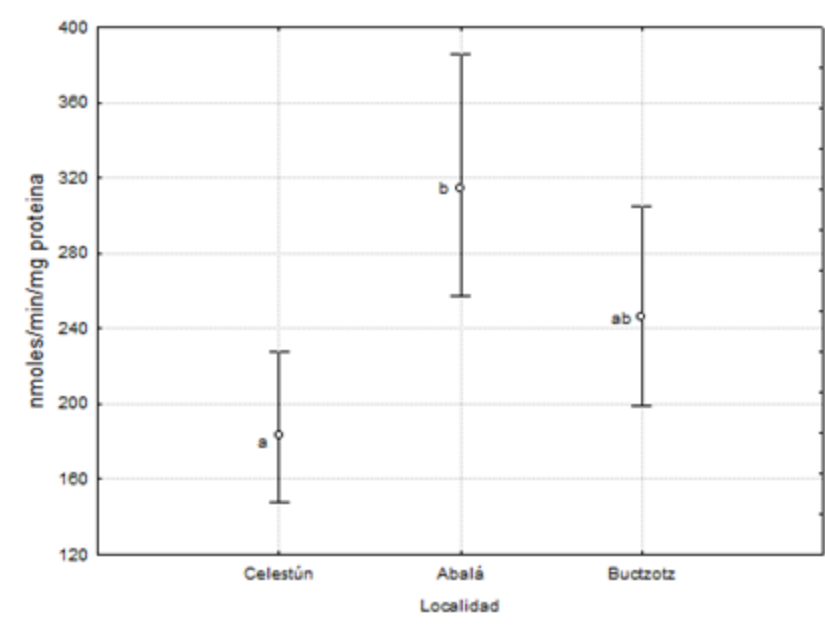


Figura 2. Actividad promedio (círculos) de la acetilcolinesterasa (nmoles/min/mg proteína) en *Gambusia yucatanana*, ajustada por el peso total del individuo. Las líneas verticales representan los intervalos de confianza del 95%; letras distintas indican actividades medias significativamente diferentes entre localidades, de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Fuente: Pacheco Garrido (2013).

Uno de los organismos que se ha utilizado para evaluar el efecto del organofosforado es el molly de velo (*Poecilia velifera*), uno de los peces más representativos de los cuerpos de agua dulce de Yucatán. En un experimento realizado por Ucán-Marín *et al.* (2013), se emplearon 96 individuos en condiciones de laboratorio, tres dosis o concentraciones de Diazinón (0.04, 0.02 y 0.01 mg/L) y un grupo control, con un tiempo de exposición de ocho semanas. La concentración más alta ocasionó un 100% de mortalidad en las primeras 24 horas, la concentración media produjo una mortalidad del 50% en la primera semana y, en los peces que sobrevivieron, se observaron anomalías anatómicas (deformación de la columna vertebral) y conductas de nado aberrantes, que suelen relacionarse con la inhibición de la acetilcolinesterasa y la contracción muscular (Areechon y Plumb 1990) y como signos de toxicidad subletal (Little y Finger 1990), respectivamente.

Los estudios realizados en Yucatán sobre plaguicidas organofosforados han sido muy escasos, al igual que la evaluación de sus efectos en la fauna acuática. Si bien estos compuestos no permanecen por mucho tiempo en el ambiente como los plaguicidas organoclorados, estos resultan ser muy tóxicos para los peces. La falta de medidas y normas de seguridad en el manejo, aplicación y disposición final de los envases de los pesticidas puede tener serias consecuencias tanto para el ambiente como para la salud humana.

Los residuos de los plaguicidas son fácilmente incorporados al agua subterránea, debido a la lluvia y a la naturaleza calcárea del substrato, los efectos adversos pueden notarse no sólo en las zonas cercanas a las unidades de producción, ya que por arrastre al acuífero subterráneo los contaminantes pueden llegar a zonas libres de influencia agrícola y ocasionar diversos daños a la flora y fauna acuática de los cenotes.

Resulta evidente que existen muchas cajas negras en nuestro conocimiento acerca de la dinámica de los plaguicidas en el ecosistema; estos vacíos pueden llenarse si se aplica un enfoque de estudio sistémico e interdisciplinario. El conjunto de conocimientos que pueda obtenerse de esta manera permitirá establecer normas, procedimientos de uso y disposición más seguros y con menos consecuencias desagradables para la biota y los habitantes de Yucatán.

Referencias

- Alvarado-Mejía JL, González-Navarrete L y Cobos-Gasca V. 1997. Plaguicidas agrícolas, efectos indeseables. *Ciencia y Desarrollo* 23: 51-57.
- Areechon N y Plumb JA. 1990. Sublethal effects of malathion on channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 44: 435-442.
- Cabrera A, Pacheco J y Comas M. 1992. Contaminación del agua subterránea por prácticas agrícolas: el herbicida 2,4-D. *Memorias del VII Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Cocoyoc, Morelos, México. p.
- Carvajal Mejía LA. 2010. Determinación de plaguicidas organofosforados en aguas subterráneas del sur del estado de Yucatán, México. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. 30 pp.
- Chab Medina JC. 2000. El uso de plaguicidas en unidades hortícolas de Dzidzantún, Yucatán: presencia de diazinón en agua subterránea. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. 56 pp.
- Cobos-Gasca V. 1995. Diagnóstico del uso de insecticidas y herbicidas en el estado de Yucatán. Informe Técnico. Convenio SEP/DGICSA 9-1-31-001-36. 43 pp.
- Cobos-Gasca V, Cabrera A y Chab JC. 1997. Residuos de diazinón en muestras de agua de pozos de la zona hortícola del estado de Yucatán. *Ingeniería* 1(1): 27-31.
- Cobos-Gasca V y López-Adrián. 1993. Efectos de los plaguicidas en la comunidad planctónica de los cuerpos de agua de abastecimiento de agua para riego de la zona hortícola de Dzidzantún, Yucatán. *Resúmenes del XII Congreso Nacional de Botánica*. Mérida, Yucatán, México. p. 65.
- CONAGUA. 2007. Ley Federal de Derechos. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas, SEMARNAT CONAGUA, México. 168 pp.
- Little, E.E. y S.E. Finger. 1990. Swimming behavior as an indicator of sublethal toxicity in fish. *Environmental Toxicology and Chemistry* 9: 13-19.
- Pacheco-Garrido G. 2013. Evaluación de la exposición a plaguicidas a través de dos biomarcadores Glutación S-Transferasa y Acetilcolinesterasa en el pez mosquito *Gambusia yucatanana* Regan (Teleostei: Poeciliidae) en cenotes del estado de Yucatán, México. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. 71 pp.

Pacheco J y Cabrera A. 1996. Efecto del uso de fertilizantes en la calidad del agua subterránea en el estado de Yucatán. *Ingeniería Hidráulica en México* 11(1): 53-60.

Santos-Vázquez AR. 1989. Determinación por cromatografía en capa fina de los residuos de pesticidas en el agua subterránea de la zona sur del estado de Yucatán. Tesis Profesional. Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán. 47 pp.

Ucán-Marín F, Cobos-Gasca V y Barrientos-Medina RB. 2013. Identification lethal and sublethal concentration (LC 50) of organophosphate pesticide diazinon used and endemic species (Yucatan molly, *Poecilia velifera* Regan, 1914) as potential biomonitor for the intensive agricultural activity of south eastern México. *Journal of Research Biology* 3(5) 993-1002.

Reflexiones acerca de las tareas y compromisos para pertenecer y mantenerse en el Sistema Nacional de Investigadores del CONACyT

Conferencia por invitación el 6 de febrero de 2018. Aula Magna de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, durante la Ceremonia de entrega de reconocimientos a los miembros del Sistema Nacional de Investigadores.

*Juan Felipe de Jesús Torres Acosta

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.
*tacosta@correo-uady.mx

Resumen

Esta contribución es una reflexión sobre las tareas y compromisos que trae consigo el pertenecer y permanecer en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México. Este trabajo se presentó en el marco de la ceremonia de entrega de reconocimientos a académicos con membresía en el SNI, que por primera vez realizó la Universidad Autónoma de Yucatán el 6 de febrero de 2018. La membresía al SNI representa un reconocimiento nacional a la dedicación de los académicos a las tareas de investigación en sus respectivas áreas de estudio. Esta tarea debe estar reflejada en la producción de publicaciones científicas de calidad y la formación de recursos humanos de posgrado. Para lograr esto, los académicos debemos trabajar intensamente involucrando equipos de trabajo de varias disciplinas e instituciones nacionales y extranjeras, y establecer una cuidadosa planeación en el trabajo de campo, laboratorio y de difusión de resultados, además de la búsqueda de financiamiento. Dado que dispone de recursos públicos, la investigación científica es una actividad permanentemente sometida a la rendición de cuentas. La membresía al SNI forma parte crucial en la rendición de cuentas de investigadores y cuerpos académicos, ya que la pertenencia al SNI es un indicador de gran peso específico en los programas de licenciatura y posgrado de la UADY. Pero lo más importante es que el trabajo de investigadores genera nuevos conocimientos que permiten coadyuvar al manejo y conservación de los recursos naturales. La investigación científica en universidades públicas sirve además como semillero de talentos a nivel de licenciatura y posgrado para producir futuros investigadores que acrecienten la vocación científica en México por la búsqueda del conocimiento científico que permita un desarrollo sustentable.

El sistema nacional de investigadores en México

Es muy probable que muchos de Ustedes conozcan en mayor o menor medida las causas que

dieron origen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en 1984. Seguramente también tendrán una postura a favor o en contra del SNI dentro del continuo debate nacional sobre la relación entre este sistema de estímulo a los investigadores en México y el desarrollo de la ciencia y tecnología. Lo cierto es que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) declara en su portal electrónico que el SNI busca “formar y consolidar investigadores del más alto nivel para fomentar la cultura e incrementar la productividad, competitividad y bienestar social”.

Pero, ¿Qué es eso de ser miembro del SNI?

En sentido estricto, pertenecer al SNI consiste en trabajar todos los días en tareas de investigación científica. Este trabajo es evaluado por su calidad y cantidad por pares científicos (otros investigadores). Es difícil describir un solo perfil del miembro del SNI pues eso depende de la personalidad de cada investigador, de las condiciones de su equipo de trabajo, de su dependencia, su Institución e incluso de la región donde vive. Sin embargo, los miembros del SNI deben tener la vocación de trabajar diariamente haciendo equipo con estudiantes de posgrado y licenciatura, compañeros de cuerpos académicos dentro de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y de diversas instituciones nacionales e internacionales. Para ser exitoso, este trabajo de equipo debe abordar el futuro que se vislumbra como la construcción de proyectos para someter a financiamiento externo, un área que cada vez es más competitiva. Debe abordar el pasado, que consiste en analizar correctamente los datos de los trabajos ya realizados, escribir los resultados en artículos científicos, de revisión o de difusión de alta calidad, someter los artículos, corregir lo que soliciten los pares, re-someter los artículos rechazados, y la difícil tarea de proponer patentes. También debe tener un vigoroso presente, que consiste en realizar actividades de administración de proyectos con financiamiento, calendarizar actividades, supervisar y ejecutar los experimentos en laboratorio o en campo, además de entrenar a los nuevos estudiantes que se van uniendo a los proyectos para así aprender a realizar todo tipo de actividades.

El presente también considera realizar actividades de difusión en revistas, prensa, radio, internet, así como reuniones y eventos con los sectores de interés, sean productores, empresarios o tomadores de decisiones en todos los ámbitos de la sociedad. Todo lo anterior debe ser cuidadosamente construido e hilvanado, bordado con cariño y esmero en el marco de los horarios y días en los que debemos impartir asignaturas presenciales tanto de posgrado como de licenciatura, que tienen un lugar, una audiencia y un horario fijo e impostergable. Es en este espacio de la academia, donde debemos insertar el conocimiento generado por la investigación científica traduciéndolo en actividades de aprendizaje para nuestros estudiantes, quienes son la razón de nuestra existencia en esta institución.

¿Qué características tienen esos miembros del SNI?

Puedo decir que son personas con fuerte sentido de dedicación hacia sus proyectos de investigación y con una clara disposición para rendir cuentas ante la sociedad mexicana, lo que les permitirá ratificar su derecho a mantener ese nombramiento y, gradualmente aumentarlo desde el nivel de Candidato a Investigador Nacional, subiendo gradualmente hacia nivel SNI 1, 2, hasta

llegar al nivel 3, que es el nivel máximo del SNI. Los investigadores también deben rendir cuentas a los organismos financiadores, a las revistas científicas donde publican, a los sínodos de tesis, a los revisores de artículos, a los estudiantes que los evalúan en cada asignatura, es decir, tienen una vida expuesta al escrutinio público permanente.

La gente que lea éste documento seguramente puede imaginar elevados niveles de estrés que cada investigador debe aprender a manejar de manera exitosa para no afectar su salud personal y para que pueda cumplir con todos los compromisos adquiridos con la academia y la investigación. Además, los investigadores seguramente han aprendido a cuidar la interacción con su entorno social y familiar, y seguramente todos aprendemos más lecciones todos los días. Afortunadamente, contamos también con el apoyo de los trabajadores administrativos y manuales de nuestras dependencias que en más de una ocasión, nos habrán ayudado a salvar un proyecto o un financiamiento.

Todo lo anterior es el esfuerzo que se recompensa con el reconocimiento del SNI. Pero no debemos olvidar que mucho de ese reconocimiento se lo debemos a la Institución y a las dependencias a las que representamos. Con el número de membresías en el sin, la UADY demuestra una clara vocación institucional por la ciencia y la tecnología. En la coyuntura actual de menos presupuesto para la educación superior y menor financiamiento para la ciencia y tecnología, la UADY deberá luchar por mantenerse como una de las mejores instituciones de investigación en Yucatán. La UADY nos concede diariamente la libertad para crear conocimiento como una parte sustantiva de su qué hacer y de su responsabilidad social. Cada uno de los que mantenemos nuestra membresía en el SNI favorecemos esa tan necesaria rendición de cuentas de la UADY. Nuestra membresía en el SNI forma parte importante de los indicadores para mantener a los posgrados dentro del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), para mantener la acreditación de los programas de licenciatura y para que nuestros Cuerpos Académicos alcancen o mantengan el nivel consolidado o en consolidación del PRODEP.

¿Qué repercusiones tiene nuestra membresía en el SNI para Yucatán y para México?

En el mediano y largo plazo, ese conocimiento nuevo y de vanguardia que generamos mejorará gradualmente a la sociedad. Mientras eso ocurre, en el corto plazo la investigación que realizamos enriquece nuestra actividad docente, manteniendo a los estudiantes a la vanguardia del conocimiento, haciéndolos conscientes de los problemas de la realidad y, lo más importante, enseñándoles a solucionar esos problemas. Esta inmersión en la realidad muestra la necesidad de hacer equipos de trabajo interdisciplinarios para enfrentar los problemas. En pocas palabras, ellos tienen las posibilidades de aprender a aprender, aprender a ser, y aprender a hacer.

Es innegable que nosotros en la UADY contamos con una gran ventaja para mantener nuestra membresía en el SNI. Contamos con una ubicación geográfica privilegiada que desde tiempos remotos ha atraído la colaboración con investigadores de todo el mundo. Bien sea por estar en una zona de profundas raíces Mayas, por sus maravillas arqueológicas, por el mestizaje, por el atractivo de Mérida y otras ciudades de la península de Yucatán, por la seguridad que disfrutamos en esta zona, por el impacto del famoso meteorito de Chicxulub, por las particularidades de los recursos naturales de esta zona tropical, por sus bellezas naturales, sus recursos animales, vegetales, mineros, marinos, etc.

En 1847, John Lloyd Stephens escribió en su libro “Incidentes de viaje en Yucatán”, que esperaba con emoción llegar a Mérida, “ciudad de los sabios”... En este 2018 les pido a los lectores que me permitan la licencia de decir que este escrito se lo dedico a algunos de los sabios que habitan hoy en día en esta misma Mérida. Sin embargo, quiero terminar esta reflexión enfatizando la importancia de fomentar los valores de responsabilidad, perseverancia, verdad o excelencia, sin olvidar que estos son igual de importantes que los valores de tolerancia, humildad ó empatía, y solamente fomentando todos ellos con la misma pasión podemos ser buenos ciudadanos. Y en esta solemne ceremonia les invito a recordar a aquellos personajes que acompañaban a los generales romanos cuando eran recibidos con un “desfile de la victoria” al entrar a la ciudad de Roma a su regreso de grandes conquistas. Esos personajes que, además de sostener los laureles de la victoria sobre la cabeza de esos generales, al mismo tiempo tenían la tarea de repetir al oído del general: “Mira el pasado, y recuerda que solo eres un humano”.

Para terminar, quiero agradecer a nuestro Rector y a las Autoridades de nuestra Universidad por haberme elegido para tener la oportunidad y el honor de dirigirme a mis compañeros investigadores en esta celebración. El día en que nuestra Universidad nos ha convocado para entregarnos un reconocimiento por nuestra membresía en el SNI del CONACyT.

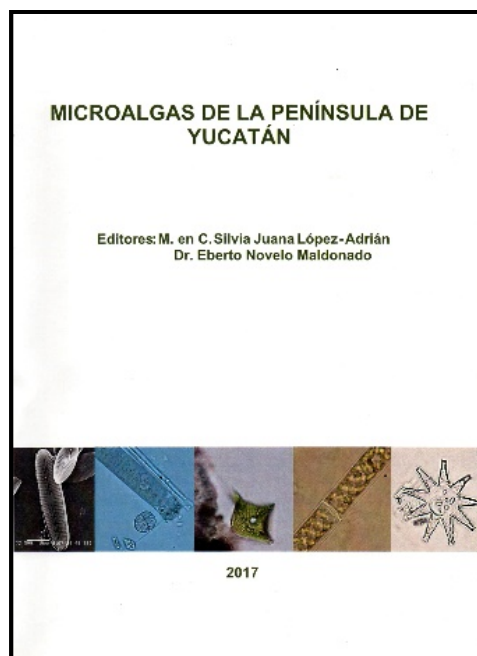
Reseña de libro *Microalgas de la Península de Yucatán*

López-Adrián, S. y Novelo, E. (eds.). 2017. *Microalgas de la Península de Yucatán*. Ginkopy. Yucatán, México.

*Juan Manuel Arana Ravell

Licenciatura en Biología, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

*juan.aranaravell@gmail.com



Introducción

En lo que respecta a los estudios ficológicos en la península de Yucatán, las publicaciones que engloban a las algas de los cuerpos de agua continentales son escasas en comparación con los realizados en el centro del país, y en donde por años continuamente se realizan publicaciones de diversa índole (taxonomía, biotecnología, ecología, etcétera), que son aportes a la creciente rama de la ficología mexicana. Un ejemplo de lo mencionado puede observarse en los trabajos de Novelo (2003) y Novelo y Tavera (2011), donde se puede inferir el panorama de la situación de los trabajos realizados en la Península.

El libro *Microalgas de la Península de Yucatán* surge como un aportación importante de conocimiento sobre estos organismos, principalmente en los reservorios de agua dulce en la porción peninsular, pues relata en sus páginas los trabajos de investigación realizados por la M. en C.

Silvia Juana López Adrián, en conjunto con otros investigadores y estudiantes, durante sus años de servicio en la Universidad Autónoma de Yucatán.

Contenido

El libro se compone de 16 capítulos, cada uno narrado de tal forma que expresa una continuidad en la comprensión de los capítulos siguientes, y éstos mismos se correlacionan de manera estratégica, iniciando desde los aspectos generales hasta temas selectos como florística, sistemática cultivos, ecología y bio-indicadores; de este modo, el lector concibe la idea de temas planteados de manera organizada.

El primer capítulo describe información general, principalmente relacionada al contexto hidrológico y fisiográfico de la Península de Yucatán, en el cual se explica que, a pesar de no presentar corrientes superficiales, el tipo de roca con la que está formado el territorio permite la génesis de cuerpos de agua naturales. También se aborda el modo en el que se forman otros tipos de cuerpos de agua dulce que funcionan como hábitat de estos microorganismos. Este apartado, situado a mitad del capítulo, es importante para que el lector pueda conocer los ambientes en donde los capítulos posteriores se desarrollan, ya que sintetiza de manera concisa la clasificación de estos. Así mismo, le brinda al lector el contexto histórico de los inicios de la ficología en Yucatán, y se presentan los únicos trabajos, así como los avances en información que han sido publicados actualmente.

Una vez conocidas las generalidades de los ambientes, los capítulos siguientes se enfocan a los cuerpos de agua e interacciones ecológicas que se presentan desde un punto de vista ficológico, en donde se busca relacionar los diferentes grupos de algas en estos sitios y esclarecer patrones de composición (capítulos dos al cuatro). La información presentada referente a las proporciones florísticas representa un valioso acercamiento sobre la diversidad de las microalgas que se pueden encontrar en los cuerpos de agua estudiados, con énfasis en cenotes, sascaberas, aguadas y lagunas; estos trabajos destacan y son referencia clave para futuras investigaciones que puedan estar relacionados con temas ecológicos o de catalogación de algas verdes, verde-azules, diatomeas, dinoflagelados, euglenas, entre otros.

Por otra parte, en el desarrollo del compendio se presentan varios capítulos concernientes al conocimiento de la flora de las algas verdes (Chlorophyta), cuyos trabajos se relacionan con caracterización, aislamiento y cultivos, así como de sistematización, basada en análisis morfológicos (capítulos cinco al siete, capítulo nueve y capítulo dieciséis). El aporte en estas secciones implica un acercamiento aún más puntual en el conocimiento taxonómico de una de las divisiones más representativas de las microalgas de agua dulce que habitan en los cuerpos continentales de la península de Yucatán. También se señala el potencial biotecnológico de muchas de las especies y que podría ser extrapolado en otras ramas científicas como en la acuicultura destinados a ser alimento vivo o en el desarrollo de combustibles alternativos, áreas que aún se encuentran en desarrollo en la región y que sin lugar a dudas requieren de estudios exploratorios previos como los que se presentan en este libro. Así mismo, sería interesante que estas páginas sean la pauta para futuras incursiones en biotecnología farmacéutica, de alimentación humana o de biorremediación, ya que estos microorganismos también poseen el potencial para ello.

Otro capítulo de suma relevancia para la flora de las algas verde-azules (Cyanoprokaryota) es el ocho, el cual esboza desde el punto de vista de esta división de microalgas patrones de composición, riqueza y distribución en las Áreas Naturales Protegidas descritas en capítulos anteriores.

En el libro se señala en repetidas ocasiones la importancia de conservar en buen estado de salud a los cuerpos de agua continentales, ya que representan ecosistemas en donde habita gran diversidad de animales, plantas y microorganismos que interactúan en constante equilibrio. Los autores de los capítulos correspondientes señalan que las microalgas pueden utilizarse como referencia indicadora para el monitoreo de estos sistemas, y en varios capítulos (once al quince) se analizan diferentes especies presentes en ambientes diversos y amenazas potenciales, de modo que de acuerdo a los resultados puedan proponerse estrategias de manejo para su conservación.

Además, dado el potencial biotecnológico que presentan muchos taxa de microalgas, en el capítulo diez se reseña un inventario de las especies que se encuentran depositadas en el Cepario de Microalgas Nativas de la Universidad Autónoma de Yucatán y se ahonda de manera breve sus aplicaciones. Es importante conocer al respecto de esta biblioteca *in vivo*, pues representa la base para futuros proyectos biotecnológicos que los autores invitan a explorar en trabajos futuros y cuyo material se encuentran disponible en la Universidad Autónoma de Yucatán.

Esta primera edición tiene dos importantes aportaciones. La primera es que muchos de los capítulos anexan listados florísticos correspondientes a cada ambiente trabajado durante la investigación; de este modo, los registros de los diferentes grupos de microalgas aumentan y como se ha mencionado, pueden servir para futuras referencias en proyectos de diversa índole. El segundo se encuentra situado al final de los capítulos en un anexo, el cual consiste en un índice taxonómico de las especies mencionadas a través de todos los capítulos, así como de un apartado interesante de láminas que ilustran a muchas de las especies que fueron observadas en estos cuerpos de agua, lo que representa una aproximación del conocimiento acerca de la gran diversidad de formas que presentan las especies en Yucatán. Sin embargo, es recomendable mejorar la calidad de las fotografías en futuras ediciones, ya que en algunas láminas se dificulta su visualización para el lector.

Conclusión

El libro *Microalgas de la Península de Yucatán* es una gran aportación que complementa la escasa información ya existente de microalgas continentales de la porción peninsular, y puede utilizarse como una herramienta muy valiosa para el reconocimiento de éstas en los cenotes, lagunas, aguadas, sartenejas, pozos y sascaberas de la región. Sin lugar a duda, es un libro que todo ficólogo y aficionado a las algas debería leer.

Agradecimientos

Se agradece a Michael O. Uitzil Colli por sus acertados comentarios para el mejoramiento del texto y a dos revisores anónimos.

Referencias

- Novelo E. 2003. Bibliografía sobre algas de aguas continentales de México (1974-2002). En: Robledo Ramírez D., Godínez Ortega JL, y Freile Pelegrín Y. (eds.). Contribuciones Ficológicas de México. Sociedad Ficológica de México. México. pp. 63-68.
- Novelo E. y Tavera R. 2011. Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México. *Hidrobiológica* 21 (3): 333-341

Riqueza y diversidad de pteridofitas calcícolas en zonas arqueológicas de la Ruta Puuc, Yucatán

Flor Peraza Romero¹, Pedro Enrique Nahuat Cervera¹, Indira Riaño¹, Emiliano Sosa Soltero¹, Geiser Tun¹, Roger Zetina Muñoz¹ y *Juan Tun Garrido²

¹Licenciatura en Biología y ²Departamento de Botánica, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

*tgarrido@correo.uady.mx

Resumen

Para contribuir al conocimiento sobre las pteridofitas calcícolas de Yucatán, se llevó a cabo el presente estudio sobre la riqueza, abundancia y diversidad de los helechos calcícolas de los sitios arqueológicos de la Ruta Puuc al sur de Yucatán, México. Se registró la riqueza y abundancia total de los sitios arqueológicos Kabah, Labná, Oxkintok, Sayil y Uxmal y se encontró una gran abundancia de pteridofitas representada por 11,727 individuos pertenecientes a siete especies de cinco géneros y tres familias. La familia con mayor riqueza fue Pteridaceae con cuatro especies y las especies que contaron con mayor abundancia fueron *Anemia adiantifolia* y *Adiantum tricholepis*. De las cinco zonas estudiadas las que presentaron mayor riqueza fueron Kabah, Sayil y Uxmal y la que presentó más abundancia fue Oxkintok con 4,660 individuos encontrados. Con base en estos resultados se considera que en las zonas arqueológicas de la ruta Puuc se presenta una baja riqueza específica que varía entre 0.6591 y 1.147 según el índice de Shannon-Wiener.

Introducción

Las pteridofitas son un grupo de plantas que incluyen a los helechos, equisetos, sellaginelas y licopodios cuya característica principal es su reproducción por esporas (Montelongo-Landeros *et al.*, 2015) ubicadas en la parte abaxial de las frondas. Estas plantas se encuentran entre los grupos de plantas con sistema vascular más antiguo que se conoce (Jiménez-Barrios, 2009). Otra característica importante de las pteridofitas es que poseen una alternancia de generaciones, de las cuales una es asexual llamada esporofítica, y una sexual conocida como gametofítica, en la que se forman los gametos (Pérez-García y Reyes-Jaramillo, 1993).

A nivel mundial se han registrado más de 12,000 especies, aunque se estima que podría existir aproximadamente 15,000. En México se han reportado 1,014 especies, representando el 10% de la riqueza mundial, de las cuales 188 son catalogadas como endémicas (Montelongo-Landeros *et al.*, 2015). La gran diversidad de pteridofitas en México es el resultado de varios factores como ubicación geográfica, geología, diversidad de suelo, variación climática y diferentes tipos de vegetación presentes en todo el territorio mexicano (Mendoza y Pérez, 2009). Estas plantas se dis-

tribuyen en una gran variedad de ambientes como reportan Martínez-Salas y Ramos (2014), abarcando principalmente zonas muy húmedas del sur de México en donde destacan los géneros *Hymenophyllum* y *Trichomanes*. Entre las especies comunes se encuentra *Nephrolepis cordifolia* y *Ophioglossum vulgatum*, las cuales prefieren zonas altas del eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental y Montañas de Chiapas. Algunos géneros por lo contrario están adaptados a zonas con cierto grado de aridez como *Pellaea* y *Notholaena*.

Las pteridofitas son plantas terrestres, con varias especies epífitas, que crecen por lo general en sustratos ricos en materia orgánica (Vergara, 2013); sin embargo, existen taxones reconocidos como pteridofitas calcícolas que tienen la capacidad de habitar en suelos conformados generalmente por roca caliza con alto contenido de carbonato de calcio (CaCO₃) que es aprovechado por las plantas (Mateo-Sanz, 2013). Sánchez-Sánchez (2013) menciona que el calcio es un catión reactivo que reduce la presencia de diferentes elementos como el hierro, zinc, cobre, fósforo, entre otros, siendo muchos de éstos micronutrientes esenciales para las plantas, y que se encuentran carentes en los suelos conformados por roca caliza. Las plantas calcícolas han desarrollado diversos métodos para obtener hierro, elemento indispensable para su sobrevivencia.

Carnevali *et al.* (2012) reportaron que en la península de Yucatán se encuentran 15 familias divididas en 32 géneros y 65 especies de helechos y afines. En Yucatán hay 34 especies registradas, siendo nueve las especies endémicas. Las pteridofitas se encuentran en cenotes, aguadas y lugares húmedos principalmente en el sur de Yucatán, ya que la vegetación compuesta por matorrales espinosos y selva baja caducifolia no presenta las condiciones idóneas para el desarrollo de la mayoría de las especies. En Yucatán la mayoría de las pteridofitas son terrestres o epipétricas y solo dos especies son epífitas (Mickel, 2010).

La Ruta Puuc, que incluye sitios arqueológicos y grutas de Yucatán como Uxmal, Kabah, Sayil, X'Lapak, Labná y Oxkintok y las grutas de Loltún y Calcehtok, representa un importante atractivo turístico cercano a Mérida y de fácil traslado entre las zonas arqueológicas (Mendoza-Pérez, 2014). El presente estudio se llevó a cabo para contribuir al conocimiento de las especies de pteridofitas calcícolas presentes en las zonas arqueológicas del sur de Yucatán, debido a la falta de estudios relacionados a este grupo taxonómico. Este estudio permitió determinar la riqueza, abundancia y diversidad de los helechos calcícolas de los sitios arqueológicos de la Ruta Puuc.

Materiales y métodos

Área de Estudio. Incluyó los sitios arqueológicos de Kabah, Labná, Oxkintok, Sayil y Uxmal, los cuales forman, junto con dos grutas importantes, un corredor turístico denominado "Ruta Puuc". Esta ruta es considerada como una de las más importantes para la economía turística de Yucatán (Mendoza-Pérez 2014). Según su litología, los sitios arqueológicos se encuentran sobre caliza cristalina folisifera y caliza cristalina dolitimizada, silisificada o recristalizada (García y Castro, 2010) y se presentan en un relieve que va desde los 10, 20 y hasta 100 m con respecto al nivel de la base (Bautista, *et al.*, 2010). La vegetación de los sitios es característica del bosque tropical subcaducifolio, ya que la mayoría de las plantas que crecen en ella pierden sus hojas en el periodo de sequía que dura de cinco a ocho meses. El clima de la zona es Awo (x')(i') g, caracterizado por el ser el más seco de todos subhúmedos, con lluvias durante los meses de verano y

un escaso porcentaje de lluvia invernal. La temperatura media anual es de 28 °C y presenta una tasa de precipitación de 1,000 mm a lo largo del año (Orellana *et al.*, 2010).

Trabajo de campo. Se realizaron dos muestreos el 21 y 22 de enero del 2017, registrando la riqueza y abundancia total en las cinco zonas arqueológicas, para lo cual se determinó la identidad taxonómica de cada ejemplar sobre el sustrato calizo que forman los vestigios arqueológicos de cada zona. En cada zona arqueológica se muestrearon las construcciones a las que se tuvo acceso, variando el número para cada una. Para la identificación de los ejemplares se tomaron fotografías y se observaron en fresco las características de cada especie, para determinar por comparación cada taxón diferenciado en campo. Se consultaron listados florísticos y publicaciones especializadas para facilitar el proceso de determinación (Mickel y Smith, 2004; Moran, 2005; Carnevali *et al.*, 2010).

Análisis de datos. Se empleó el índice de Shanon-Wiener (H') mediante el programa Diversity[®] para evaluar la diversidad. El valor del índice de Shannon-Wiener (H') incrementa conforme aumenta la equidad y riqueza de especies en una comunidad. Según se ha visto en la práctica, el valor de H' no supera el 5.0. Este índice es empleado únicamente en muestras aleatorias cuando el total de organismos se conoce (Krebs, 1999). $H' = -(\sum p_i \ln p_i)$ donde: p_i = Número de individuos de la especie, N = Número total de individuos de todas las especies. Para medir la dominancia de los taxones por zona arqueológica se empleó el índice de diversidad de Berger-Parker. Dicho índice se encarga de medir la dominancia del taxón más abundante, obteniendo valores de entre 0 y 1. Para realizar estos análisis, el índice de Berger-Parker emplea la siguiente fórmula (Magurran, 1988) por medio del programa Diversity[®] $B = N_{\text{Max}} / N$ donde: N_{Max} : Número de individuos del taxón más abundante N : Número total de individuos de la muestra. De igual manera se llevó a cabo un análisis de rango-abundancia (Feinsinger, 2001) y una curva de rarefacción de especies (Gotelli y Colwell, 2011) mediante el programa Diversity 3.0 y EstimateS 9.

Resultados

Riqueza y abundancia. Se encontró una alta abundancia de pteridofitas representada por 11,727 individuos de helechos calcícolas que pertenecen a siete especies de cinco géneros y tres familias. La familia con el mayor número de especies fue Pteridaceae con cuatro, mientras que para Anemiaceae solo se registró una especie (Tabla 1).

Las especies *Anemia adiantifolia* y *Adiantum tricholepis* fueron las más abundantes (Tabla 2). Por el contrario, la especie menos frecuente fue *Thelypteris kunthii*, que se encontró en una zona arqueológica, siendo también la especie más escasa (Tabla 1). Uxmal presentaron la mayor riqueza, con seis especies cada una, mientras que las dos zonas arqueológicas restantes presentaron cinco taxones cada una (Tablas 1 y 2). Kabah fue la única zona arqueológica donde se encontró *Thelypteris kunthii*, mientras que Sayil y Uxmal compartieron las mismas especies. La zona arqueológica Labná presentó el menor número de organismos con 546 individuos, mientras que la zona arqueológica con el mayor número de organismos fue Oxkintok, con 4,660 helechos calcícolas encontrados. En Oxkintok la especie con mayor abundancia fue *Adiantum tricholepis*, con 3,622 individuos registrados, siendo más del 70% del total de registros para esa zona arqueológica (Tabla 1).

Tabla 1. Abundancia de especies de helechos calcícolas en los sitios arqueológicos de la ruta Puuc.

Familia	Especie	Oxkink	Uxmal	Kabah	Sayil	Labná	Total
Anemiaceae	<i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw.	804	1304	505	420	425	3458
Pteridaceae	<i>Adiantum tricholepis</i> Fée.	3644	1941	375	1177	34	7171
Pteridaceae	<i>Adiantum tenerum</i> Sw.	182	170	66	94	79	591
Pteridaceae	<i>Cheilanthes fimbriata</i> (A. R. Sm.) Mickel & Beitel	15	10	15	18	1	59
Pteridaceae	<i>Pteris vittata</i> L.	15	313	15	4	7	354
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) E. P. St. John	0	74	0	10	0	84
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris kunthii</i> (Desv.) C. V. Morton	0	0	10	0	0	10
	Total	4660	3812	986	1723	546	11727

Tabla 2. Riqueza y abundancia de helechos calcícolas en las zonas arqueológicas de la Ruta Puuc.

Zona arqueológica	Riqueza específica	Abundancia	Especie más abundante
Oxkintok	5	4660	<i>Adiantum tricholepis</i>
Uxmal	6	3812	<i>Adiantum tricholepis</i>
Kabah	6	986	<i>Anemia adiantifolia</i>
Sayil	6	1723	<i>Adiantum tricholepis</i>
Labná	5	546	<i>Anemia adiantifolia</i>

Índices de diversidad. La zona arqueológica donde se obtuvo el valor más alto del índice Shannon-Wiener fue Uxmal (1.147) y fue también la que presentó el menor valor en el índice de Berger-Parker (0.5092) (Tabla 3).

Tabla 3. Índice de Shannon-Wiener y Dominancia de Berger-Parker para los sitios arqueológico.

Sitio arqueológico	Shannon-Wiener	Berger-Parker
Oxkintok	0.66	0.78
Uxmal	1.15	0.51
Kabah	1.06	0.51
Sayil	0.85	0.68
Labná	0.71	0.78

En la figura 1 se presentan las curvas de rango-abundancia en donde se observa que la abundancia entre las zonas arqueológicas no presenta diferencias considerables, ya que se observaron pendientes similares. En Oxkintok, Uxmal y Sayil la especie más abundante es *A. tricholepis*, mientras que en Kabah y Labná la especie más abundante es *A. adiantifolia*, la misma que ocupa el segundo lugar en abundancia en las otras tres zonas arqueológicas. En Uxmal y Kabah las dos especies mencionadas anteriormente son muy similares en abundancia.

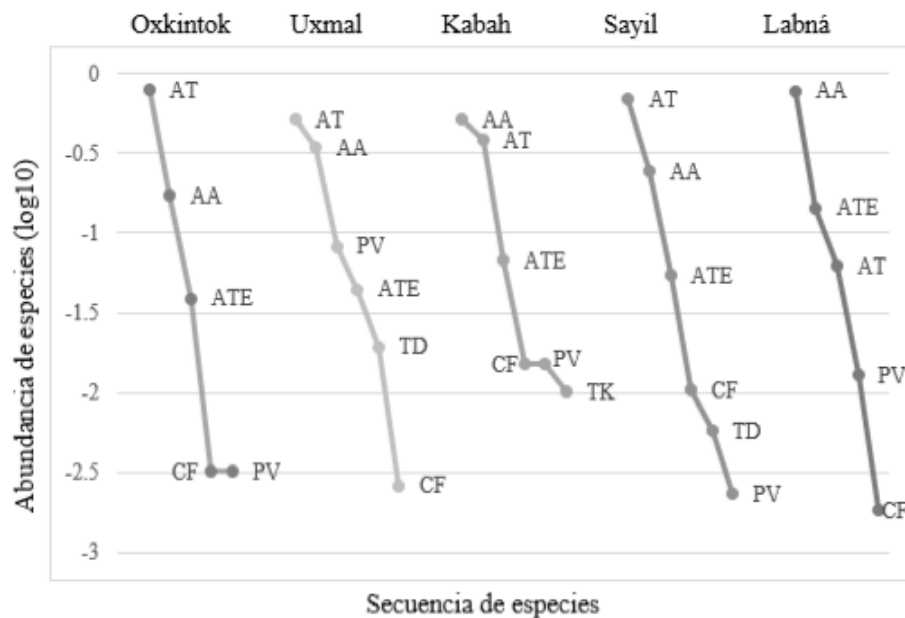


Figura 1. Distribuciones rango-abundancia de cinco zonas arqueológicas pertenecientes a la ruta Puuc. Acrónimos: AA (*Anemia adiantifolia*), AT (*Adiantum tricholepis*), ATE (*Adiantum tenerum*), CF (*Cheilanthes fimbriata*), PV (*Pteris vittata*), TD (*Thelypteris dentata*), TK (*Thelypteris kunthii*).

En la curva de rarefacción de especies (Fig. 2) se puede observar que todos los valores graficados se encuentran dentro de los intervalos de confianza. El número total de especies encontradas (7) coincide en un 100% con el estimador Chao 2 y en un 89% con el estimador Jackknife en primer orden. Tanto los singletons como los doubletons se volvieron inexistentes, por lo cual se puede afirmar que el esfuerzo de muestreo fue significativo.

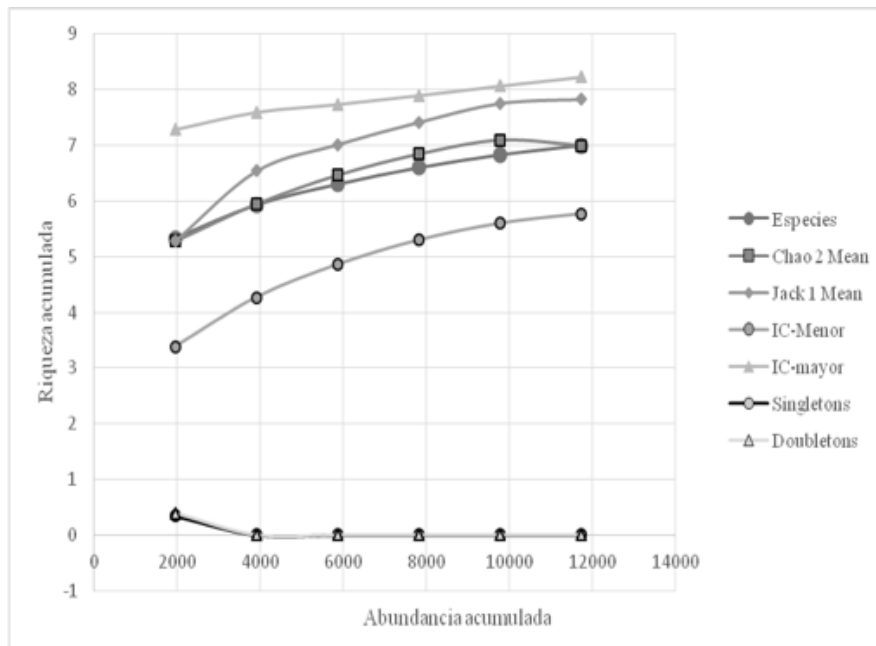


Figura 2. Curva de rarefacción de las especies de Pteridofitas calcícolas de la ruta Puuc.

Discusión

Las especies de pteridofitas que presentaron una mayor abundancia en las zonas arqueológicas fueron *Adiantum tricholepis* y *Anemia adiantifolia*. Esto corresponde a lo previamente publicado por Mickel (2010) quien reconoce que la especie *Adiantum tricholepis* está ampliamente distribuida y es común en 22 estados del territorio mexicano, incluyendo Yucatán; mientras que *Anemia adiantifolia* se distribuye en todos los estados del centro y sur de México, llegando a Nuevo León y Tamaulipas, siempre en rocas y suelos calcáreos, siendo una de las especies más comunes en México. Las curvas de rango abundancia (Fig. 1) nos indican la clara dominancia de estas dos especies en cuatro de los cinco sitios estudiados.

La especie *Anemia adiantifolia* se encontró en todas las zonas arqueológicas con una elevada abundancia, creciendo en lugares húmedos y sombreados así como en sitios expuestos y con sol

directo por cortas temporadas. Esto se debe a que el género *Anemia* se desarrolla adecuadamente en sitios abiertos sobre rocas, hábitat similar al que le ofrecen los antiguos asentamientos mayas. De igual manera este género se desarrolla principalmente en climas neotropicales, ampliamente distribuida desde el nivel del mar hasta 2,500 metros (Murillo y Murillo, 2004).

Pteris vittata es una especie asiática invasora en Yucatán (Mickel, 2010) con una distribución pantropical (Martínez, 2010). Esta especie cuenta con características que distinguen a las especies invasoras, siendo estas especies exóticas que presentan altas tasas de crecimiento y fecundidad, eficientemente dispersadas y con gran tolerancia a cambios ambientales y zonas modificadas ecológicamente (Pisanty y Casto, 2006) como es el caso de las zonas arqueológicas en donde la mayor parte de sus elementos naturales originales han sido reemplazados por especies ornamentales.

Como ya se mencionó, los helechos invasores poseen características que les facilitan su proliferación en comparación con las especies nativas, algunas de estas adaptaciones son la presencia de esporas que germinan más rápidamente que las de las especies nativas, los esporofitos poseen un crecimiento acelerado y los rizomas pueden ser rastreros, subterráneos e inclusive resistir el fuego por la naturaleza de los mismos (Caluff y Fuentes-Fiallo 2008). Lo que explica la abundancia de esta especie en las zonas arqueológicas estudiadas.

Por otro lado, la especie que presentó un menor número de organismos fue *Thelypteris kunthii*, que ha sido propuesta por tener una preferencia marcada por hábitats terrestre y no en sustratos epipétricos (Guzmán-Cornejo et al., 2015), como es el caso de las zonas arqueológicas.

El tipo de clima y vegetación que caracteriza a la mayor parte del estado, así como la escasa hidrografía superficial (Gutiérrez-Báez et al. 2013) son factores de importancia por lo que se encontró baja riqueza específica de las zonas arqueológicas estudiadas. Además, el presente estudio se concentró en pteridofitas calcícolas, lo cual justifica el escaso número de especies registradas durante el trabajo, alcanzando apenas el 20% de la riqueza presente en el estado de Yucatán (Mickel 2010). La mayoría de las 60 especies de helechos reportados para la Península de Yucatán (Carnevali et al. 2010) crecen en suelos húmedos cerca de cenotes y cavernas, en zonas principalmente sombreadas durante la mayor parte del año, a diferencia de las especies calcícolas que están acostumbradas a crecer en sustratos secos y expuestas al sol durante la mayor parte del año, especialmente en las zonas arqueológicas estudiadas.

Conclusión

En las cinco zonas arqueológicas estudiadas en la ruta Puuc, se presenta una baja diversidad y riqueza específica, que varía de 0.66 a 1.15 y cinco a seis especies respectivamente, sin embargo, la abundancia de helechos calcícolas es elevada (546 a 4660 individuos) ya que encuentran sustratos adecuados para poder crecer. Las especies *Adiantum tricholepis* y *Anemia adiantifolia* fueron las más abundantes y las zonas que presentaron mayores valores de abundancia fueron Oxkintok y Uxmal.

Este trabajo es una aportación al conocimiento botánico de Yucatán, en especial al conocimiento de la diversidad de las pteridofitas en las zonas arqueológicas del estado (Anexo 1). Debido a la estacionalidad que presentan los helechos en su desarrollo, sería recomendable muestrear en temporada de secas para conocer las especies resistentes a la falta de agua, así como la fenología de estas especies.

Referencias

- Bautista F, Frausto O y Aguilar Y. 2010. El Relieve. En Duran, R. y Méndez, M. (eds.) Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. pp. 7-9.
- Caluff M y Fuentes-Fiallo V. 2008. Malezas pteridofíticas de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 29:51–56.
- Carnevali FC, Tapia-Muñoz JL, Duno de Stefano R y Ramírez-Morillo I. 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán Listado florístico. Centro de Investigación Científica de Yucatán. 326 pp.
- Carnevali FC, Tapia-Muñoz J, Duno-de Stefano R, Ramírez-Morillo I, Can-Itzá L, Hernández-Aguilar S y Castillo A. 2012. La flora de la península de Yucatán Mexicana: 250 años de conocimiento florístico. *Biodiversitas* 101:6-10.
- Feinsinger P. 2001. *Designing field studies for biodiversity conservation*. Island Press. Washington, D.C. USA. 212 pp.
- García G y Graniel G. 2010. Geología. En Duran, R. y Méndez, M. (eds.) Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. pp. 4-6.
- Gutiérrez-Báez C, Palacios-Rios M, Zamora-Crescencio P, Ortíz-Díaz J, Tun-Garrido J y Palma-Pech G. 2013. Nuevo registro de Pteridaceae para la península de Yucatán, México. *Botanical Sciences* 91 (3):1-3.
- Gotelli NJ y Colwell RK. 2011. Estimating species richness. En: Magurran, A.E. y McGill, B.J. (Eds). *Biological diversity. Frontiers in Measurement and Assessment*. Oxford University Press. United States. 368 pp.
- Guzmán-Cornejo L, Sánchez-Morales A y Pacheco L. 2015. Helechos y licofitas del municipio de Cardonal, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86 (3):573-581.
- Jiménez-Barrios J. 2009. Los helechos del Corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz, Guatemala. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 192 pp.
- Krebs C. 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman. USA. 620 pp.
- Magurran AE. 1988. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. España. 200 pp.
- Martínez O. 2010. Gametofitos y esporofitos jóvenes de cuatro especies de helechos del género *Pteris* (Pteridaceae) naturalizadas en América. *Revista de Biología Tropical*, 58(1:89-102).
- Martínez-Salas E y Ramos CH. 2014. Biodiversidad de Pteridophyta en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:110-113.
- Mateo-Sanz G. 2013. Los helechos autóctonos de la flora de Valencia. *Chronica Naturae* 3:58 - 65.
- Mendoza-Pérez LA. 2014. Rutas y senderos de la arquitectura del siglo XX y su conservación. En: Paredes-Guerrero, B. (eds). *Relaciones entre la teoría y las concreciones en la conservación del patrimonio cultural edificado*. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán. pp. 115 – 135.
- Mendoza A y Pérez B. 2009. Helechos y Licopodios de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 287 pp.
- Mickel J. 2010. Helechos. En Duran, R. y Méndez, M. (eds.) Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. pp. 179 – 180.
- Mickel JT y Smith AR. 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 88:1-1054.

- Montelongo-Landeros M, Alba-Ávila J, Romero-Méndez U y García-De la Peña C. 2015. Pteridofitas de las sierras El Sarnoso y Mapimí en Durango, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86 (2):448 – 456.
- Moran RC. 2005. Los Géneros Neotropicales de Helechos y Licofitos. The New York Botanical Garden. 288 pp.
- Murillo M y Murillo J. 2004. Pteridofitos de Colombia V. El género *Anemia* (Schizaeaceae) en Colombia. *Revista Académica Colombiana de Ciencias* 28 (109):471 – 480.
- Orellana R, Espadas C y Nava F. 2010. En Duran, R. y Méndez, M. (eds.) Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. pp. 10-11
- Pérez-García B y Reyes-Jaramillo I. 1993. Helechos: propagación y conservación. *Revista Ciencias* (30):11 – 17.
- Pisanty I y Caso M. 2006. Especies, espacios y riesgos: monitoreo para la conservación de la biodiversidad. Instituto Nacional de Ecología. México. 249 pp.
- Rzedowski J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 505 pp.
- Sánchez-Sánchez A. 2003. Mejora en la eficiencia de los quelatos de hierro sintéticos a través de sustancias húmicas y aminoácidos (Tesis doctoral). Universidad de Alicante. España. 602 pp.
- Vergara INA. 2013. Importancia del suelo arbóreo para los helechos película (Hymenophyllaceae) en el dosel del bosque templado lluvioso de Chile (Tesis de Ingeniería). Universidad Austral de Chile. 26 pp.

Anexo 1. Especies calcícolas encontradas en las zonas arqueológicas de la Ruta Puuc, Yucatán.



Adiantum tricholepis



Adiantum tenerum



Anemia adiantifolia



Cheilanthes fimbriata



Pteris vittata



Thelypteris dentata



Thelypteris kunthii

Unidad de Manejo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre San Manuel: un caso de éxito para la conservación de la biodiversidad en Yucatán, México



*Virginia Meléndez Ramírez, María del Sagrario Gordillo Tinoco y Dulce María Burgos Cervantes

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

*virginia.melendez@correo.uady.mx

Introducción

La Unidad de Manejo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) San Manuel es un paisaje escondido y un caso de éxito para la conservación de la biodiversidad y la gestión de recursos naturales. Así, la UMA tiene como objetivo principal promover la conservación de la naturaleza y la concientización ambiental a través de la educación ambiental y el servicio ecoturístico para fomentar la conservación en la región (Fig. 1).

La UMA se ubica en El Cuyo, Tizimín, Yucatán y forma parte de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos (RBRL). Antes de inscribirse como UMA fue un rancho ganadero que ahora comprende cerca de 160 ha para conservación de selvas y humedales, utiliza 5 ha para infraestructura e invernadero, 15 para restauración y el resto del área se encuentra sin ningún uso y libre de la intervención antropogénica la cual está destinada a la conservación de ecosistemas y vida silvestre.

Desde sus inicios, la UMA San Manuel mantiene la misión de conservar la biodiversidad mediante la promoción de actividades ecoturísticas sustentables y un enfoque muy claro hacia la investigación científica y la educación ambiental. De esta manera, la UMA desarrolla un importante proyecto de conservación e investigación, que al mismo tiempo funciona como un atractivo turístico en el cual se realiza investigación de flora y fauna, conservación de humedales, observación de fauna regional incluyendo, aves, mamíferos, reptiles, insectos, plantas y otros organismos.

La UMA es parte de la zona de amortiguamiento de la RBRL, la cual está afectada por la cacería furtiva y por la amenaza de los incendios forestales y huracanes, entre otras problemáticas. Actualmente, se imparten recorridos ecoturísticos, tours en bicicleta, sesiones de educación ambiental, talleres de fotografía y observación de aves, talleres de foto trapeo de felinos e identificación de rastros de los mamíferos silvestres, y recorridos en Kayak en la temporada de lluvias. También realiza la venta de pacas de forraje para la manutención de la propia UMA y sus empleados. La información que aquí se presenta fue obtenida principalmente del propietario y la revisión de información en diversas fuentes disponibles en línea. El objetivo de este trabajo es documentar la UMA y difundir su contribución en la conservación de la biodiversidad.



Figura 1. Servicios de la UMA San Manuel, El Cuyo, Tizimín, Yucatán, México.

Antecedentes

El propietario de la UMA, el Sr. Reyes Sánchez Ruiz, desde hace 12 años destinó su propiedad para la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales. En un principio afrontó algunos problemas para mantenerla debido a que, durante sus primeros cuatro años de existencia, la UMA se mantuvo mediante los propios recursos económicos del propietario, sin embargo, con una buena administración, esfuerzo, preparación y convicción logro entrar a diferentes programas de apoyo de dependencias federales de México.

Desde el 2014, y por cinco años, la UMA recibió apoyo para la Conservación de la Biodiversidad en el componente de Servicios Ambientales. En los últimos años, ha conseguido oficializarse y entrar en el programa que otorgar subsidios de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT 2016). Con este programa la UMA obtuvo recursos para invertir en infraestructura, equipo e insumos necesarios para realizar sus actividades (Fig.2), y en el 2017 tuvo la verificación por parte de SEMARNAT de los cambios hechos a la UMA con el apoyo otorgado. Con este se instaló una torre de observación, paneles solares para dotar al área de energía eléctrica, dos cabañas para recibir visitantes, fosas sépticas para el manejo adecuado de desechos, un vivero y un banco de germoplasma para la conservación y reproducción de especies de flora nativa, así como Kayaks para que los visitantes puedan realizar recorridos por las zonas inundables del área.



Figura 2. Infraestructura de la UMA, cabaña y Kayaks.

Debido a que es una UMA de tipo extensiva y destinada a la conservación de la diversidad biológica, se encuentran distribuidas 17 cámaras trampa para observación y monitoreo de la vida silvestre (Fig. 3). Además del fototrampeo, se cuenta con un sendero de 8 km para realizar investigación y visitas de estudiantes con el objetivo de aprender acerca de los recursos naturales y como gestionarlos, observando los ambientes naturales de las áreas naturales protegidas. El sendero también es utilizado para actividades recreativas desde la observación hasta la aventura, El senderismo es ideal en esta área, ya que cuenta con caminos con pequeños ascensos y descensos, atravesando diferentes ecosistemas, lo que lo convierte en una actividad divertida y entretenida. Se pueden realizar recorridos en bicicletas de montaña en temporadas de secas que va desde noviembre hasta abril, ya que tiene caminos ideales para este tipo de aventuras, pero esto siempre esta ligado a la educación ambiental. Además, hay recorridos en kayak durante los meses de junio a octubre, siendo la temporada de lluvias donde el sendero es inundado hasta los 2.5 m, permitiendo este tipo de actividad.



Figura 3. Cámaras trampa instaladas en la UMA.

Tipos de vegetación y fauna

La UMA incluye cuatro tipos de vegetación de los 10 tipos y asociaciones vegetales de la RBRL, el manglar, la selva mediana subcaducifolia, la selva baja caducifolia y el pastizal inundable. El manglar constituye una comunidad de arbustos o árboles que bordean los esteros o cubren amplias zonas pantanosas, son especies hidrófilas tolerantes a la salinidad del agua y a la brisa marina. Las especies más comunes son el mangle rojo conocido en la lengua maya como taab ché (*Rhizophora mangle*), el mangle negro o xtauché (*Avicennia germinans*), el mangle botoncillo, k'an che' (*Conocarpus erectus*), y mangle blanco, sak okom (*Laguncularia racemosa*). Se reconoce que es una comunidad muy importante en el mantenimiento de la productividad de la laguna de la reserva (Fig. 4).

Las selvas son una comunidad arbórea sumamente densa, en la cual los árboles del dosel superior alcanzan alturas entre 8 y 12 m cuando es baja y entre 10 a 20 m cuando es selva mediana (Fig. 5). Las leguminosas son la familia de plantas mejor representada en este tipo de comu-

nidades y también las cactáceas en la selva baja espinosa que se desarrolla bien en El Cuyo. Algunas especies características de la selva baja caducifolia son: chakah (*Bursera simaruba*), pochote (*Ceiba aesculifolia*), palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*), ramón (*Brosimum alicastrum*), tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*) y guayacán (*Guaiacum sanctum*). Las especies representativas de cactáceas son: en maya x'kan choch (*Pilosocereus gaumeri*), cactus columnar (*Pterocereus gaumeri*), tsakam (*Nopalea gaumeri*) y tuna (*Selenicereus donkelaarii*). En la selva mediana son comunes: zapote (*Manilkara zapota*), ramón, guaya (*Talisia olivaeformis*), chakah, chechem (*Metopium brownei*), caracolillo (*Sideroxylon foetidissimum*), kataloox (*Swartziacubensis*) y tsalam (*Lysiloma latisiliquum*).



Figura 4. Senderos, Zona inundable manglar y selva, en la UMA.

El pastizal inundable es una comunidad dominada por hierbas y arbustos. La característica más importante es que posee especies arbustivas y tienen como especies dominantes a las gramíneas y ciperáceas (plantas herbáceas perennes) del estrato herbáceo. Presenta suelos arcillosos, profundos con gran cantidad de materia orgánica y se inundan en la época de lluvias. Las principales especies presentes son en la lengua maya jol che' o zacate cortadera (*Cladium jamaicense*), jalal o cañote (*Phragmites australis*), *Eleocharis cellulosa*, *E. geniculata* y zacate (*Paspalum blodgettii*).

Algunas veces se presenta un tipo de palma o tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*). Además, como parte del pastizal se incluye la asociación denominada tular-carrizal-pastizal, la cual ocurre en suelos planos e inundables.



Figura 5. Senderos, Zona de selva mediana subcaducifolia, en la UMA.

La fauna, se encuentra relacionada con el tipo de vegetación que esta presente en el área, ya sea primaria o secundaria. Como dato general, en la reserva de Ría Lagartos hay aproximadamente 391 especies de vertebrados, de las cuales 142 son endémicas de Mesoamérica. El flamenco rosa (*Phoenicopterus ruber ruber*) tiene un sitio de anidación preponderante en la cuenca de la localidad de El Cuyo, lo que originó la protección legal de la reserva en 1979. Se puede encontrar un gran número de especies de aves en toda la UMA y dada su ubicación geográfica hay también especies de aves migratorias.

En la UMA se destaca la presencia de cinco especies de felinos de México, el jaguar (*Panthera onca*) que es posible observar sus huellas (Fig. 6), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) y el Puma (*Puma concolor*). Estas especies son indicadoras de la salud de los ecosistemas, ya que son los depredadores de las cadenas alimenticias y mantienen el equilibrio ecológico. También se puede encontrar ardillas (*Sciurus yucatanenses*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tejón (*Nasua larica*), mapache (*Procyon lotor*), pavo ocelado (*Meleagris ocellata*). En cuanto a reptiles se puede mencionar al cocodrilo (*Crocodylus moreletii*). Además hay gran variedad de invertebrados incluyendo numerosas especies de insectos.



Figura 6. Huella de un jaguar (*Puma concolor*) en la UMA.

La amplia variedad de especies animales se atribuye a los distintos tipos de vegetación y aunque se han realizado pocos estudios sobre reptiles, anfibios e invertebrados, probablemente se encuentre una alta diversidad de especies de estos grupos debido al alto nivel de conservación del área. Se ha notado que la actividad de los animales, incluyendo los jaguares, incrementa en la época de lluvia, mientras que en la época de secas tienen poca movilidad, aunque aún no se sabe si se encuentran en otras áreas de la reserva. Se han identificado al menos tres jaguares y un puma, entre otros animales que se encuentran aparentemente como residentes de la UMA, ya que se les ha observado en las cámaras trampa en la misma área monitoreada por varios meses.

Infraestructura, apoyos y personal

En cuanto a la infraestructura de la UMA, cuenta con tres miradores en distintas ubicaciones del área (Fig. 7), dos cabañas y se planea construir cuatro o cinco cabañas más, una zona destinada para el almacenamiento de los kayaks, así como servicio de agua potable y la utilización de paneles solares para la energía eléctrica. La UMA recibió apoyo de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) como pago por Servicios Ambientales en la Conservación de la Biodiversidad (2014-2018), por parte de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), al principio y después como UMA (2016). Así, en los últimos años ha conseguido diversos logros siendo uno de los más importantes y recientes el oficializarse y entrar en el Programa que otorgar subsidios de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, cuya finalidad es fortalecer el manejo integral del hábitat, las poblaciones y especies de vida silvestre nativa, mediante su conservación y aprovechamiento sustentable para fortalecer el mercado legal de bienes y servicios generados a través de las UMA's.



Figura 7. Infraestructura, uno de los miradores en la UMA.

A pesar de los apoyos antes mencionados es necesario recalcar que como persona física y ejidatario (el propietario y la UMA) actualmente participan en el programa de subsidio de la PROVICOM (Programa de Vigilancia Comunitaria) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). La vigilancia es participativa y la UMA cuenta con cuatro personas y su asesor. Además, ha recibido maquinaria para infraestructura de la Unión Ganadera Regional del Oriente de Yucatán (UGROY).

Problemática

En la UMA está prohibida la caza furtiva, la pesca, la tala de árboles y el acceso al área sin un guía o la autorización correspondiente (Fig. 8). Entre las principales problemáticas que se presentan está la caza ilegal, donde el venado y el jabalí son perseguidos, es decir, las presas de los felinos que se encuentran en el área y por lo tanto ocasionan un desequilibrio ecológico. Este problema se detecta debido a los disparos que suelen escucharse o por los cartuchos que dejan en el suelo los cazadores, y se han encontrado cámaras tiradas e incendios como señal de inconformidad con las actividades de la UMA, comúnmente de cazadores, por lo que la vigilancia en el área es primordial.



Figura 8. Letreros de advertencia para el cuidado de la fauna silvestre en la UMA.

Como medida de contención para la caza furtiva se ha establecido una constante vigilancia en toda la extensión del área, con la cual se ha logrado disminuir la entrada de cazadores. La vigilancia de los senderos se realiza tres veces por día en época de secas en cuatrimotor y en los miradores, en época de lluvia la vigilancia se lleva a cabo en kayaks. Cabe mencionar que una de las dificultades de la UMA es, en ocasiones, la falta de presupuesto para el mantenimiento de las brechas corta fuego y para la compra la gasolina para realizar los recorridos de vigilancia. Como un recurso, para el problema de la falta de vigilancia, se tienen aproximadamente 30 letreros como advertencia. Además, la educación ambiental y la cultura ecológica que promueve con sus actividades apoyan de alguna manera a evitar la cacería de la zona, al allanamiento de la propiedad y al cuidado de la UMA, ya que al mismo tiempo impacta a la comunidad para incentivar las buenas prácticas y el manejo sustentable del ambiente. Finalmente, es importante reconocer el fuerte compromiso del propietario para contribuir a la conservación de la biodiversidad.

Nota: los interesados pueden ponerse en contacto con la UMA mediante su página en Facebook (UMA San Manuel, El Cuyo, Yucatán), donde podrán recibir más información de las actividades y cursos que se realizarán durante el año. Para llegar al área se toma la carretera número 176 Mérida- Tizimín y después la 295 a El Cuyo (Figura 9).



Figura 9. Ruta para llegar a la UMA San Manuel (de color azul), El Cuyo, Tizimín, Yucatán, México.

Referencias

Biodiversidad Mexicana consultada 19/04/2018 en:

<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/reservasBiosfera4.pdf>

CONABIO, Ría Lagartos, El Cuyo caracterización. Fecha de consulta 8/05/2018 en:

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/PY73_Ria_Lagartos_El_Cuyo_caracterizacion.pdf

CICY 2010. Catálogo de la flora de la Península de Yucatán. Consultado 14/05/2018 en:

<http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/resultados.php>

Diario oficial 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos 2° ed. Fecha de consulta 12/04/2018 en: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_pcym/57_DOF.pdf

Programa de conservación y manejo reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Fecha de consulta 17/05/2018 en: http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/PCM_RiaLagartos.pdf

SEMARNAT 2016. Programa para otorgar subsidios de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Consultado 22/05/2018 en:

<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-para-otorgar-subsidios-de-conservacion-y-aprovechamiento-sustentable-de-la-vida-silvestre>