



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE BIOLOGÍA

ECOLOGÍA

Fauna acuática del Parque Nacional Lagunas de Montebello: Inventario de especies y patrones de distribución con énfasis en Crustacea

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

ARELI MORAN FAUSTINOS

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. Fernando Álvarez Noguera

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

COMITÉ TUTOR: Dr. Pedraza Lara Carlos Salvador

Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México

COMITÉ TUTOR: Dr. Botello López Francisco Javier

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., MAYO, 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE BIOLOGÍA

ECOLOGÍA

Fauna acuática del Parque Nacional Lagunas de Montebello: Inventario de especies y patrones de distribución con énfasis en Crustacea

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

ARELI MORAN FAUSTINOS

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. Fernando Álvarez Noguera

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

COMITÉ TUTOR: Dr. Pedraza Lara Carlos Salvador

Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México

COMITÉ TUTOR: Dr. Botello López Francisco Javier

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., MAYO, 2024

COORDINACIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSGRADO
COORDINACIÓN DEL POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE BIOLOGÍA
OFICIO: CGEP/CPCB/ IB /0276/2024
ASUNTO: Oficio de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **12 de febrero de 2024** se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en el campo de conocimiento de **ECOLOGÍA** del estudiante **MORAN FAUSTINOS ARELI** con número de cuenta **313030200** con la tesis titulada **“Fauna acuática del Parque Nacional Lagunas de Montebello: inventario de especies y patrones de distribución con énfasis en Crustacea”**, realizada bajo la dirección del **DR. FERNANDO ÁLVAREZ NOGUERA**, quedando integrado de la siguiente manera:

Presidente: DR. JAVIER ALCO CER DURAND
Vocal: DR. JOSÉ LUIS VILLALOBOS HIRIART
Vocal: DRA. KARLA KRUESI CORTÉS
Vocal: DR. LUIS MIGUEL BURCIAGA CIFUENTES
Secretario: DR. CARLOS SALVADOR PEDRAZA LARA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., a 08 de abril de 2024

COORDINADOR DEL PROGRAMA



DR. ARTURO CARLOS II BECERRA BRACHO

c. c. p. Expediente del alumno

ACBB/RGA/EARR/rga



Agradecimientos institucionales

Primeramente, agradecer al Posgrado en Ciencias Biológicas, por brindarme la oportunidad de pertenecer a uno de los mejores programas de posgrado del país.

Al consejo nacional de humanidades, ciencias y tecnologías CONAHCYT (CVU: 1175248) por el apoyo económico otorgado, sin el cual no hubiera podido realizar de manera satisfactoria los estudios de posgrado y la presente investigación.

Al proyecto PAPIIT-DGAPA-UNAM IV200122, "AELT - Efectos del cambio global y climático sobre la limnología y biodiversidad acuática" por el financiamiento que permitió la toma de datos indispensables para la consolidación de esta investigación.

Al Dr. Fernando Álvarez Noguera, gracias Doc por volver a confiar en mí para trabajar contigo, por siempre estar dispuesto a resolverme dudas, apoyarme, confiarme tareas importantes y no dudar de mi capacidad para sacarlas adelante, muchas gracias Fer.

Al Dr. Francisco Botello, por enseñarme y adentrarme al mundo de la socioecología, por aceptar con gusto formar parte del comité y siempre aportar excelentes puntos de vista para enriquecer este trabajo.

Dr. Carlos Pedraza Lara, por aceptar ser miembro del comité de este trabajo, por realizar importantes sugerencias y brindarme su tiempo en pro del desarrollo de este estudio.

Agradecimientos personales

Le dedico enteramente este trabajo y mi mayor agradecimiento a mi mamá, a mi papá y a mi hermano, las tres personas más importantes e incondicionales en mi vida. Todo lo que tengo y lo que he logrado es con su apoyo y nunca me cansaré de agradecerles. Los amo infinitamente.

Gracias a mi mejor amigo y el amor de mi vida, Jorge. Gracias por siempre apoyarme en mis proyectos, por siempre darme ánimos, por motivarme a trabajar duro para lograr mis metas y también gracias por distraerme cuando lo necesitaba. Te amo bb.

A mi nueva familia, Magda, Jorge y Marita. Gracias por apoyarme y darme soporte estos últimos años, por siempre consentirme, preocuparse por mí y abrirme las puertas de su casa y su familia.

A mis abuelitos, tíos y primos, que siempre se expresan orgullosos de mí y de lo que hago. A mis abuelitos que ya no están físicamente conmigo, pero los mantengo presentes en cada paso que doy.

A mi amigo Alfredo, gracias por estar conmigo después de tantos años, mostrarme tu apoyo incondicional y siempre jalar a cualquier plan que te proponga, te quiero mucho amigo. A Vicho, por siempre estar dispuesto a escucharme y por tener las mejores platicas de duendes y chaneques, te quiero mucho tutuga. A mis amixes invertebrados: Karen, Rod, Liz y Rubén, que, aunque ya andemos en cosas muy distintas, si nos reunimos se vuelven a escuchar las risas fuertes. A mis amigos y compañeros de la Colección Nacional de Crustáceos y en especial a Bren, Erick y el equipo Montebello por ayudarme con el trabajo de campo y recolección de datos.

Dr. José Luis Villalobos, muchas gracias Dr. Pepe por siempre estar al pendiente del desarrollo de este estudio. Gracias por siempre estar dispuesto a escuchar mis dudas y siempre tener un buen consejo.

Dr. Javier Alcocer, por incluirme en este importante proyecto y realizar importantes sugerencias en el desarrollo del escrito. Gracias Dr. por compartirme un poco de su amplio conocimiento sobre Montebello.

Dr. Luis Miguel Burciaga, por su tiempo y disposición a participar en la revisión de este escrito y brindarme su apoyo en las dudas estadísticas.

Dra. Karla Kruesi, por aceptar participar en la revisión de este escrito y por ayudarme a darle un poco de orden a lo caótico de estos datos, gracias Dra.

Índice

| | |
|---|-----|
| Resumen..... | 1 |
| Abstract..... | 2 |
| Introducción..... | 3 |
| Antecedentes..... | 8 |
| Objetivos..... | 12 |
| Hipótesis..... | 13 |
| Metodología..... | 13 |
| <i>Obtención de la información</i> | 13 |
| <i>Trabajo de campo</i> | 17 |
| <i>Análisis descriptivo de los datos</i> | 19 |
| <i>Análisis estadístico</i> | 20 |
| Resultados..... | 22 |
| <i>Listado de especies</i> | 22 |
| <i>Fuentes de información del inventario de fauna acuática</i> | 22 |
| <i>Rango histórico del inventario de fauna acuática</i> | 24 |
| <i>Descripción del conocimiento de fauna acuática en el PNLM</i> | 25 |
| <i>Descripción de la composición de fauna acuática: Clasificación ecológica y de conservación</i> | 26 |
| <i>Patrones de distribución de la fauna acuática</i> | 27 |
| <i>Distribución de la riqueza</i> | 30 |
| <i>Mapa de riqueza</i> | 31 |
| <i>Caracterización de los lagos</i> | 32 |
| <i>Riqueza específica por lago</i> | 33 |
| <i>Similitud de composición entre cuerpos de agua</i> | 35 |
| <i>Riqueza y características de los lagos</i> | 37 |
| <i>Asociación multivariable: lagos y comunidad de fauna acuática</i> | 39 |
| <i>Curva de acumulación de especies</i> | 42 |
| Discusión..... | 43 |
| Conclusiones..... | 59 |
| Referencias Bibliográficas..... | 60 |
| Anexo 1..... | 73 |
| Anexo 2..... | 100 |
| Anexo 3..... | 106 |

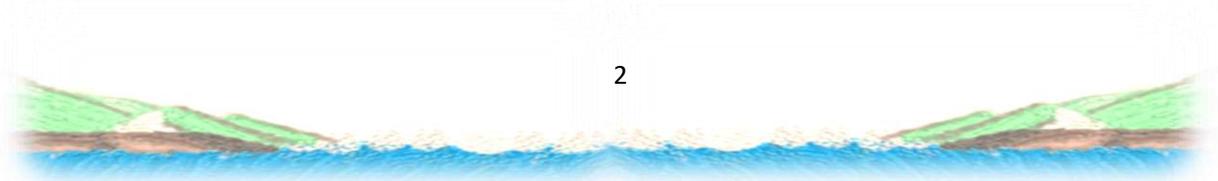
Resumen

El Parque Nacional “Lagunas de Montebello” (PNLM) se encuentra en el estado de Chiapas y constituye una importante área natural protegida para la reserva y sustento de la biodiversidad. A pesar de poseer una gran diversidad biológica y cultural, también presenta crecientes problemáticas ambientales y en la actualidad no existe un inventario de la fauna acuática que permita estimar la pérdida de biodiversidad. Como parte del proyecto “Área experimental de lagos tropicales” (AELT) 2022-2024, el objetivo general de este estudio fue presentar la composición taxonómica y como se distribuye la riqueza de la fauna acuática en el PNLM. Los objetivos se cumplieron a través de la generación del primer inventario de fauna acuática para el PNLM, el cual sirvió como base para analizar los patrones de distribución de la riqueza de fauna acuática. Se consultaron 91 fuentes de información correspondientes a un rango histórico de 72 años, considerando datos publicados en artículos científicos, tesis, libros, planes de manejo, bases de datos nacionales e internacionales, colecciones científicas y registros obtenidos tres viajes de muestreo al PNLM realizados en el 2021 y 2022. Con los datos obtenidos se realizaron análisis de correlación de Spearman y correlación canónica para buscar si existían relaciones entre las características físicas y biológicas de los lagos con la riqueza reportada. Además, esta riqueza taxonómica fue comparada entre cada uno de los lagos a través de un análisis de similitud para estudiar los patrones de distribución. En total se registraron 348 especies, agrupadas en 120 familias, 46 órdenes y 17 clases. La distribución más amplia la presentaron los peces y los crustáceos malacostrácos, mientras que la mayor riqueza correspondió a la clase Insecta. De las especies registradas para el PNLM, el 25 % son nativas, 8 % son endémicas y menos del 5 % introducidas, pero existe un gran porcentaje (68 %) de especies de las que se desconoce su estado ecológico y de conservación. Los lagos con mayor área y menor eutrofización presentaron la mayor riqueza y menor número de especies tolerantes a la contaminación. De acuerdo con los resultados, el PNLM es un sitio que alberga una alta riqueza de fauna acuática y especies nativas en comparación con otros humedales y sitios Ramsar del país, ubicándose como un potencial hotspot de fauna acuática en México. La composición específica de fauna acuática es altamente heterogénea dentro del PNLM, lo que refleja la importancia de conservación del sitio en su conjunto y la fuerte necesidad de una evaluación eficaz del manejo del agua.

Finalmente, existe un claro sesgo de información hacia ciertos grupos biológicos y cuerpos de agua, lo que permite reconocer los huecos de información sobre el socioecosistema que conforma el PNLM.

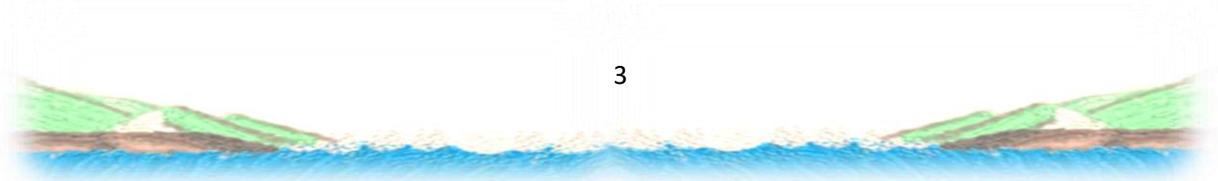
Abstract

The National Park Lagunas de Montebello (PNLM) located in the State of Chiapas is an important protected area for biodiversity conservation. Despite its substantial biological and cultural diversity, it also has growing environmental problems and lacks to date an inventory of the aquatic fauna that could help assess the growing biodiversity loss. As part of the research project “Área experimental de lagos tropicales” (AELT) 2022-2024, the current knowledge on the composition and distribution of the aquatic of the PNLM is presented. To accomplish the objectives, the information contained in scientific papers, thesis, books, management plans, national and international databases, scientific collections, and records obtained recently, was integrated. The first inventory of aquatic fauna for the PNLM is presented, 348 species were recorded, grouped in 120 families, 46 orders, and 17 classes. The widest distribution was that of the fishes and the malacostracan crustaceans, whereas the highest richness was for the class Insecta. Ninety-one information sources were consulted, corresponding to a 72 year interval. A significant and positive correlation was found between lake area and its richness, while the similarity of species composition among lakes was very low. Of the recorded species for the PNLM, 25 % are native and less than 5 % are introduced, however the conservation and ecological status of most of them is unknown. The largest and least eutrophic lakes had the highest richness and the lowest number pollution tolerant species. According to the results, the PNLM is an important reservoir for the diversity of aquatic species and native fauna compared to other important wetlands and Ramsar sites in México. Due to this, it can be considered a potential hotspot of aquatic biodiversity. The very different specific composition found among lakes reflects the importance of conserving the district as a whole, and the urgent need to revise the use of water. Finally, there is a clear information bias towards some biological groups and specific lakes, and that allows us to recognize the existing information gaps of the PNLM socio-ecosystem.



Introducción

El Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM) se encuentra ubicado en el sureste del estado de Chiapas entre los municipios La Independencia y La Trinitaria (DOF, 1959) y constituye una importante área natural protegida y un sitio Ramsar debido a su importancia como reservorio y sustento de biodiversidad (CONANP, 2007). El PNLM está compuesto principalmente por una reserva forestal entre la región de los altos de Chiapas y la Selva Lacandona, siendo así una zona de transición entre bosque templado y selva tropical y cuenta con aproximadamente 59 cuerpos lacustres de origen kárstico, que conforman una cuenca hidrográfica indispensable para la captación de agua de la región. El distrito lacustre que integran los lagos de Montebello se ha definido como un conjunto de cuerpos de agua con una heterogeneidad morfológica, de relieve, litológica y sedimentológica, debido principalmente a procesos kársticos y tectónicos diferenciales (CONANP, 2007; Durán-Calderón *et al.*, 2014). De forma general los lagos se pueden dividir en dos grupos, el primero que corresponde a los lagos presentes en la porción noreste del PNLM, denominados como lagos de planicie (Durán-Calderón *et al.*, 2014), esta determinación les corresponde a lagos como Liquidámbar, Chajchaj, Balantetic, San Lorenzo, Bosque Azul y San José, por mencionar los principales. Este grupo de lagos se distinguen por estar influenciados por el Río Grande de Comitán y por estar conectados entre sí principalmente por canales superficiales (Vera-Franco *et al.*, 2015). El segundo grupo corresponde a los lagos denominados de montaña, que se ubican en el sureste del parque y que, a diferencia del grupo anterior, no se encuentran conectados entre por canales superficiales y presentan una alimentación subterránea (Vásquez y Méndez, 1994). También cabe resaltar que al no estar conectados de manera directa a los lagos de planicie y no estar tan influenciados por las actividades antrópicas, son los lagos mejor preservados dentro del parque (Vera-Franco *et al.*, 2015). Este grupo está formado por lagos como Montebello, Cinco Lagos, Pojoj, Dos Lagos y Tziscaco por mencionar algunos (Figura 1).



El tipo de vegetación principal del parque es el bosque de pino-encino-liquidámbar, compuesto de *Pinus oocarpa*, *P. maximinoi*, *Liquidambar styraciflua* y *Quercus* spp. (Altuzar, 2002; CONANP, 2007). En cuanto a la fauna, los principales estudios se han realizado sobre mamíferos (Horvath *et al.*, 2001), aves (Espinosa-Méndez *et al.*, 2020) y anfibios (Muñoz-Alonso *et al.*, 2013) y reptiles (Ortega, 2000), siendo los peces el grupo de vertebrados menos estudiado (Espinosa-Pérez *et al.*, 1993; Espinosa-Pérez *et al.*, 2011; Lozano y García, 2016; Ortiz, 2017), a pesar de que en esta zona se distribuye el género *Profundulus*, que son organismos de especial interés ya que tres especies se encuentran sólo en la cuenca Grijalva-Usumascinta y una de ellas, *P. hildebrandi*, es endémica de la cuenca de San Cristóbal de las Casas y está catalogada como en peligro de extinción debido a la degradación y pérdida de su hábitat (CONANP, 2007; Espinosa-Pérez *et al.*, 2011). En cuanto a los invertebrados acuáticos, los primeros trabajos fueron dedicados a macrocrustáceos de cuevas (Holthuis, 1973, 1977), macrocrustáceos de lagos, ríos y cascadas del PNLM (Villalobos-Hiriart *et al.*, 1989; Álvarez y Villalobos, 1998) y en años más recientes, retomaron fuerza las investigaciones sobre fauna acuática, enfocadas en zooplancton (Fernández *et al.*, 2020), copépodos (Gutiérrez-Aguirre y Cervantes-Martínez, 2013), ostrácodos (Echeverría-Galindo *et al.*, 2019), anfípodos (Marrón-Becerra, 2017); microcrustáceos (Fernández *et al.*, 2022), macrocrustáceos y macroinvertebrados (Álvarez y Villalobos, 1998; Álvarez *et al.*, 2011; Cortés-Guzmán, 2017; Cortés-Guzmán *et al.*, 2019; Jiménez-Sánchez, 2019; Álvarez *et al.*, 2021; Cortés-Guzmán y Alcocer, 2022), helmintos parásitos de peces (Lamothe-Argumedo *et al.*, 2003) y colémbolos (Palacios-Vargas *et al.*, 2018).

Los principales usos de suelo y agua de la zona son: áreas agrícolas basada en la técnica de roza-tumba-quema, cuerpos de agua, áreas inundables, áreas forestales y asentamientos humanos (CONANP, 2007). El PNLM puede considerarse un socioecosistema, ya que, además de estar conformado por distintos grupos biológicos también está conformado por asentamientos de grupos étnicos oriundos del estado de Chiapas con un origen mexicano y guatemalteco, que representan una importante diversidad cultural (CONANP, 2007; Valdéz, 2015). Dado que son múltiples actores e intereses los que se relacionan dentro de un socioecosistema, la gestión y protección de las áreas naturales protegidas en América Latina ha estado frecuentemente asociada a conflictos, generalmente, de la tenencia de tierra y la



apropiación y aprovechamiento desmedido de los recursos naturales (Maldonado *et al.*, 2020) y el socioecosistema dentro del PNLM no es la excepción.

Los lagos son uno de los principales elementos del PNLM y representan el mayor atractivo y recurso para las comunidades. Sin embargo, también presentan un alto grado de eutrofización. Las principales causas de la eutrofización son la contaminación directa de los cuerpos de agua, el cambio de uso de suelo, la fragmentación del ecosistema, la descarga directa de aguas de uso doméstico y la lixiviación de suelos con agroquímicos provenientes de la agricultura. Esta última, es considerada como la principal causa de la eutrofización en el PNLM (CONABIO, 2013; Alcocer *et al.*, 2018; SEMARNAT, 2019; Fernández *et al.*, 2021). A pesar de que ya se tiene conocimiento de las causas directas de la eutrofización, se debe tener en cuenta que ésta proviene de un contexto social mucho más grande, ya que como mencionan Maffi y Woodley (2010), la degradación del ecosistema y los conflictos sociales están estrechamente relacionados.

En el caso específico del PNLM, la eutrofización se debe a prácticas agrícolas altamente dependientes de agroquímicos (SEMARNAT, 2019). Estas prácticas han sido adoptadas por las comunidades debido a que se les restringió el uso del fuego (roza-tumba-quema), con el propósito de evitar los incendios forestales en esta zona (Ponce *et al.*, 2020). Estos cambios en la producción han causado un exceso de nutrientes en los suelos, que no son precisamente beneficiosos ni aprovechables en su totalidad por las plantas. Estos nutrientes no permanecen almacenados ya que, debido a las precipitaciones, son lavados del suelo y son arrastrados por las corrientes hasta donde se detenga el agua (FAO, 1997), que en el caso del PNLM es en los lagos.

La eutrofización en las “Lagunas de Montebello” es un tema que ha despertado el interés de los pobladores e investigadores en los últimos 20 años, ya que en el 2003 se expusieron los primeros reportes de los pobladores sobre cambios de coloración de los cuerpos de agua, olores fétidos y muertes de peces (CFE, 2012). Pero en realidad, estudios paleolimnológicos muestran evidencias de que han ocurrido cambios en las entradas de sedimento y las concentraciones de diatomeas, sugiriendo eventos de presión antrópica sobre los lagos relacionados con cambios en el socioecosistema como la reforma agraria, el crecimiento de



la población, la deforestación, y los cambios de prácticas agrícolas (Caballero *et al.*, 2020; Caballero *et al.*, 2022; Alcocer *et al.*, 2023).

Vera-Franco *et al.* (2015) realizaron uno de los primeros análisis de condiciones limnológicas de los lagos más conocidos dentro del PNLM basándose en concentraciones de clorofila y reportaron que de 18 lagos estudiados, siete se consideraban altamente impactados. La eutrofización no solo representa un riesgo ambiental para la fauna asociada a los lagos, también es un riesgo de salud para la comunidad ya que en los últimos años se han reportado altas concentraciones de microcistinas presentes en estos lagos eutrofizados, compuestos hepatotóxicos producidos por las cianobacterias (FAO, 2011; Fernández *et al.*, 2021; Alcocer *et al.*, 2023). Por lo tanto, este es un problema apremiante ya que puede derivar en afectaciones graves sobre todo el socioecosistema. La eutrofización es un problema ambiental que tiene repercusiones en la fauna acuática, pero se ha estudiado ampliamente que existen taxones tolerantes e intolerantes a las condiciones (principalmente macroinvertebrados). La presencia o ausencia de ciertos grupos de fauna acuática pueden ser un indicador de la calidad del agua (Springer, 2010b; Pineda *et al.*, 2017; Solano-Ulate *et al.*, 2019; Quesada-Alvarado *et al.*, 2020).



Antecedentes

El PNLM ha despertado el interés en varias líneas de investigación debido a su imponente belleza natural, complejidad ambiental y ubicación privilegiada.

Los primeros trabajos sobre fauna acuática en el PNLM se realizaron acerca de crustáceos. Específicamente a partir de las expediciones “Speddizione Zoologica Messico-1971” realizadas en Chiapas y Guatemala dirigidas por el Dr. Valerio Sbordoni.

Holthuis (1973) describió a el camarón palemonido cavernícola *Bythinops luscus* y aportó datos sobre su hábitat dentro de la Gruta del Arco en el PNLM.

Posteriormente Holthuis (1977) realizó la descripción de otro camarón cavernícola *Bithynops perspicax* en la localidad Cenote la Cueva dentro del PNLM. El autor presentó anotaciones sobre el hábitat de *B. perspicax* y resaltó su cercanía con la especie *B. luscus*, además de la importancia de seguir monitoreando las poblaciones de ambas especies.

Álvarez y Villalobos (1998) realizaron una recopilación de los datos de seis especies de cangrejos pertenecientes a la familia Pseudothelphusiodae que se distribuyen en Chiapas. Dentro de estas descripciones, reportaron por primera vez al género *Phrygiopilus* en México y aportaron datos de la distribución de estos organismos, dando así un panorama general de la biogeografía de la familia.

Baldari *et al.* (2010) describieron al camarón *Cryphiops sbordonii* de una cueva cercana al PNLM y presentaron una comparación morfológica de esta nueva especie con otras estigobíticas reportadas para la zona, siendo así un trabajo importante en el avance del conocimiento de esta fauna nativa de la zona.

Fernández *et al.*, 2022 aumentaron la información sobre los microcrustáceos presentes en el PNLM, recopilando información de 17 lagos con diferentes niveles de eutrofización y en dos contrastantes temporadas climáticas. Reportaron 32 taxas en total y una mayor riqueza taxonómica, biomasa y abundancia en los lagos eutrofizados, así como diferenciada en la composición y dominancia de especies en los lagos eutrofizados y no eutrofizados. Resaltan las diferencias de composición en los lagos y la fragilidad ecosistémica que esto podría representar.

En cuanto a los peces, Lozano-Vilano y Contreras-Balderas (1987) realizaron un listado de la ictiofauna continental de Chiapas, en el que se reportaron registros de 135 especies, de las cuales anteriormente solo 34 habían sido registradas para las regiones hidrográficas de Chiapas. Además, aportaron los patrones de distribución de los organismos a partir de las regiones hidrológicas presentes en el estado.

Espinosa-Pérez *et al.* (1993) aportaron un importante estudio integrativo acerca de los peces dulceacuícolas de México, en el que presentan un catálogo sistemático con información acerca de su nombre científico, referencia de la descripción original y las localidades donde se han registrado. Dentro de este compilado de información se encuentran registros de peces endémicos, nativos e introducidos en las regiones hidrográficas de todo el país.

En cuanto al conocimiento de anfibios, Mendelson (1997) realizó una descripción con notas sobre algunas especies de sapos del sureste de México, incluyendo registros de especies en Chiapas dentro del polígono del PNLM. Amplió la distribución previamente conocida de muchas especies, como en el caso de *Incilius macrocristatus*, especie que registró en tres lagos de la zona.

Para los reptiles, Ortega (2000) realizó un análisis herpetofaunístico dentro del PNLM, donde realizó observaciones y capturas de este grupo y reportó 10 especies de anfibios y 27 de reptiles para la zona. Observó que las especies más abundantes dentro del parque fueron *Rana brownorum* y *Sceloporus variabilis*. Además, propone que la composición herpetofaunística de esta zona es única y resalta la importancia de su conservación debido a la poca similitud con otros sitios cercanos.

Para los macroinvertebrados en general, Sosa-Aranda (2014) realizó una comparación de la composición de las comunidades de macroinvertebrados en diferentes lagos del PNLM, considerando que cada uno de ellos presenta diferentes niveles de perturbación asociados a la eutrofización. Reportó una relación positiva entre el nivel de eutrofización y la abundancia de organismos y por el contrario una disminución de diversidad ante los niveles de eutrofización más altos, mostrando así los efectos de la eutrofización de los lagos de Montebello en la estructura de la fauna acuática.



Guadarrama-Hernández *et al.* (2015) presentaron una aproximación a la caracterización de la composición faunística de invertebrados bentónicos de algunos lagos del PNLM y las variaciones y relaciones que se presentaron conforme a ciertos parámetros fisicoquímicos que también fueron medidos en los lagos. En general, encontraron que la composición faunística varió drásticamente entre los lagos y la mayor riqueza se presentó en Cinco Lagos. Los autores concluyeron que la estratificación de los lagos y la anoxia parecen ser los factores determinantes para la presencia o ausencia de los organismos.

Para los insectos acuáticos, uno de los estudios más recientes y amplios para el estado de Chiapas es el de Castillo *et al.* (2017), quienes realizaron una revisión bibliográfica en conjunto con un muestreo de entomofauna acuática presente en la cuenca del río Usumacinta. Reportaron variaciones importantes en la abundancia y riqueza de géneros a lo largo de la cuenca, principalmente debido a que las características de los cuerpos de agua estudiados variaban ampliamente en su estado de conservación, dimensiones, vegetación y sustrato. Citaron también un aumento del 76 % en el número de familias y géneros para la zona, sugiriendo que la diversidad de insectos acuáticos para los ambientes lóticos en Chiapas podría seguir aumentando en los próximos años.

Palacios-Vargas *et al.* (2018) realizaron un estudio para reportar la riqueza de especies de colémbolos presentes en diferentes lagos pertenecientes al PNLM. En total registraron 13 especies, incluyendo por primera vez a *Americabrya arida* en Chiapas. El lago Tzisco fue en el que se encontró la mayor abundancia de organismos. También reportaron por primera vez colémbolos habitando zonas profundas en lagos mexicanos.

Cortés-Guzmán *et al.* (2019) generaron un estudio sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos presentes en los principales lagos del PNLM. Obtuvieron una riqueza taxonómica regional alta en comparación con la de otras zonas del país y encontraron que la familia mejor representada en cuanto a riqueza fue Chironomidae, pero mencionaron una baja similitud de composición entre los lagos estudiados.

Posteriormente, Fernández *et al.* (2020) realizaron un análisis de la diversidad de zooplancton en los lagos de Montebello, encontrando nueve especies de zooplancton, siendo la clase Copepoda la mejor representada. Reportaron una alta diversidad en comparación con otros



lagos del país y determinaron que las especies mejor distribuidas fueron *Mastigodiatomus maya* y *M. nesus*.

Cortés-Guzmán *et al.* (2021) realizaron un análisis de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de tres lagos pertenecientes al PNLM a lo largo de su perfil batimétrico. Encontraron que existía una tendencia decreciente en la riqueza taxonómica, densidad y biomasa conforme aumentaba la profundidad y la distancia al litoral. También reportaron una dominancia de taxones diferencial entre el litoral y la zona más profunda, aportando así datos sobre las diferencias de la composición taxonómica a lo largo de todo el perfil batimétrico y de la influencia de la anoxia en el bentos para determinar la distribución de los macroinvertebrados.

Estos trabajos previos reflejan la variedad de taxones que han sido objeto de estudio en el PNLM, y la vastedad de perspectivas desde las cuales se pueden abordar. Dicho esto, un estudio integrativo como el presente representa una oportunidad para recopilar la información ya existente, integrar la más actualizada y analizarla en conjunto para poder abordar las problemáticas de la zona desde una perspectiva más amplia.

El PNLM es un área natural protegida que ofrece múltiples recursos naturales y que enfrenta la eutrofización, pero no cuenta con un inventario de fauna acuática que dé a conocer la diversidad que contienen estos cuerpos de agua y, por lo tanto, no se cuenta con datos para analizar si la eutrofización está afectando la biodiversidad. Así mismo, como parte del proyecto “Área experimental de lagos tropicales” (AELT) que tuvo como responsables a los Drs. Alcocer (FES-Iztacala, UNAM), Escolero (Instituto de Geología, UNAM) y Álvarez (Instituto de Biología, UNAM), donde se realizaron varios estudios que aportan nuevos datos sobre la diversidad (entre otros, Cortés-Guzmán *et al.*, 2019; Fernández *et al.*, 2020; Álvarez *et al.*, 2021; Mantelatto *et al.*, 2021) se busca, ahora con la renovación del mismo proyecto para el periodo 2022-2024, recopilar toda esta información y realizar nuevos análisis para fundamentar un manejo adecuado de la biota acuática del PNLM.



Objetivo general

- ❖ Aplicar la información recopilada a través de un inventario biológico en la descripción y el análisis de la fauna acuática del Parque Nacional “Lagunas de Montebello”.

Objetivos específicos

- ❖ Generar el primer inventario de fauna acuática del Parque Nacional “Lagunas de Montebello”.
- ❖ Describir la información preexistente de la fauna acuática del PNLM a través de un análisis histórico y de las fuentes de información.
- ❖ Describir la composición de la fauna acuática del PNLM a través de su clasificación ecológica (especies nativas, endémicas o introducidas) y su categoría de conservación.
- ❖ Describir los patrones de distribución de la riqueza de fauna acuática dentro del PNLM.
- ❖ Comparar la composición específica reportada en cada cuerpo de agua para analizar a través de un índice de similitud de Jaccard como se distribuye la riqueza de fauna acuática dentro del PNLM
- ❖ Estimar si existe una correlación entre la riqueza de especies del PNLM con la eutrofización y características físicas (área y profundidad) de los lagos reportadas en la bibliografía.
- ❖ Determinar qué cuerpos de agua del PNLM son prioritarios en cuanto a esfuerzos de investigación y conservación de acuerdo con un análisis multivariado que incluya las características de los lagos reportadas previamente en la bibliografía (área (ha) y eutrofización (eutrófico, mesotrófico y oligotrófico) con las características de la comunidad de fauna acuática (riqueza de especies y número de especies tolerantes a la eutrofización).
- ❖ Evaluar la contribución de un inventario de especies en cuanto a conocimiento de fauna acuática dentro de un área natural protegida.



Hipótesis

La información generada a partir de un inventario biológico puede ser catalogada, ordenada, contextualizada y analizada para caracterizar la biodiversidad de un sitio. La riqueza específica y distribución taxonómica obtenidas a partir de un inventario biológico pueden ser correlacionadas con variables tomadas de la literatura: área (ha), profundidad (m) y eutrofización (concentración de clorofila a (mg/m³). El análisis de la información generada a partir del inventario biológico puede ser utilizado como una aproximación para reconocer y priorizar esfuerzos de investigación y conservación dentro de un área natural protegida.

Metodología

Obtención de la información

El inventario biológico se realizó a partir de tres principales fuentes de información: 1) documentos provenientes de la investigación científica, 2) acervos digitales y colecciones nacionales y 3) trabajo de campo en el PNLM realizado en el 2020 y 2022. Estas tres fuentes de información fueron seleccionadas con el fin de cubrir todo lo que se sabe de la fauna acuática del PNLM. Se consideraron datos publicados en artículos científicos, tesis, libros, planes de manejo, bases de datos nacionales e internacionales, registros disponibles dentro de otras colecciones científicas, así como los registros obtenidos como trabajo de campo, que se realizaron en el PNLM durante el periodo del 2020-2022. Las búsquedas de artículos científicos, tesis y publicaciones se realizaron a través de las plataformas Google Académico, TESIUNAM, Scopus, Dialnet, Redalyc, Springer Link y SciELO. Los registros de acervos en línea se obtuvieron a través de los recursos electrónicos GBIF, Naturalista, Portal de Datos Abiertos UNAM, Unidad de informática para la biodiversidad (UNIBIO) UNAM, IBData V3 “Helia Bravo Hollis”, Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB-CONABIO). En estas plataformas se utilizaron las palabras clave: “Montebello”, “Parque Nacional Lagunas de Montebello”, “Fauna acuática”, “Chiapas”, “La Independencia”, “Trinitaria”, “Lagos de Montebello”. Además, se anexaron todos los registros históricos y recientes disponibles en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) así como los catálogos de las colecciones zoológicas del IBUNAM (Colección Nacional de Peces, Colección Nacional de Insectos, Colección

Nacional de Helmintos y Colección Nacional de Anfibios y Reptiles) que pudieran contener registros de fauna acuática del PNLM.

Por último, se recopiló en fuentes bibliográficas datos y mediciones de variables físicas y biológicas de los lagos en el PNLM. Se eligieron las variables: área (ha), profundidad media (m) y grado de eutrofización, este último estimado a través de las concentraciones de clorofila *a* (mg/m³). Las variables físicas área (ha) y profundidad (m) fueron seleccionadas debido a que se ha documentado la influencia de la morfometría de los cuerpos de agua con la distribución y estructura de las comunidades de la fauna acuática (Moreno-Arbeláez y Ramírez-Restrepo, 2010). En cuanto a la variable biológica concentración de clorofila *a*, se eligió debido a que su valor puede ser utilizado para estimar de manera indirecta el estado trófico de un cuerpo de agua ya que al ser el principal pigmento fotosintetizador en diferentes grupos de algas, su crecimiento excesivo se reflejara en un aumento en la concentración de este pigmento (Ramírez y Alcaráz, 2002; Gregor y Marsálek, 2004). Ahora bien, debido a la presencia de otros pigmentos y químicos disueltos en el medio, se recomienda someter la medición de clorofila a ciertos modelos matemáticos que ayudan a disminuir errores y proveen mayor exactitud al estimar el estado trófico de los cuerpos de agua a través de la clorofila *a* (Carlson, 1977; Kratzer y Brezonik, 1981). Los datos de área y profundidad media fueron tomados de Alcocer *et al.* (2016), el oxígeno disuelto (mg L⁻¹) promedio se tomó de Vera-Franco *et al.* (2015) y para obtener el promedio de la clorofila (Clor-*a*) de los lagos se tomaron datos de los trabajos de Villalpando (2015), Vera-Franco *et al.* (2015), Maya-García (2017) y Reyes de la Rosa (2019). Por último, a los datos de la concentración de clorofila *a* se les aplicó la ecuación propuesta por Carlson (1977) para obtener el índice de estado trófico (IET o TSI), únicamente a través del parámetro concentración de clorofila *a*, del cual se clasificaron los cuerpos de agua como oligotróficos, mesotróficos y eutróficos. La ecuación utilizada y el valor del estado trófico que determina se presenta a continuación y fue tomada y modificada de Carlson 1977 y Moreno *et al.*, 2010.

$$\text{TSI Clorofila } a = 9.81\text{Ln}(\text{Clorofila } a) + 30.6$$



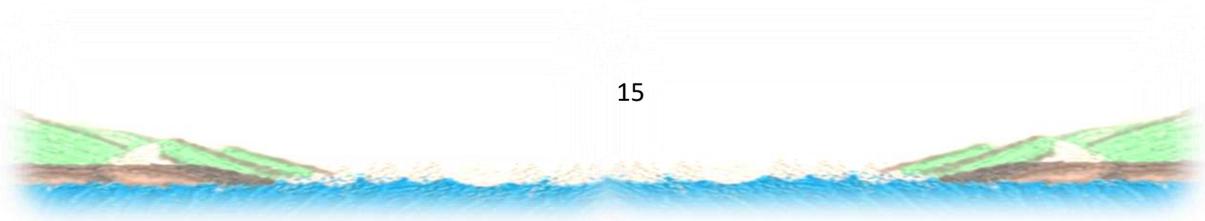
Tabla 2. Relación del valor de concentración de la clorofila a con el índice de estado trófico en los cuerpos de agua. Tomada y modificada de Carlson 1977 y Moreno *et al.*, 2010,

| Estado de eutrofia | TSI | Clorofila <i>a</i> (mg/m ³) |
|--|-----|---|
| Oligotrófico (TSI < 30) | 0 | 0.04 |
| | 10 | 0.12 |
| | 20 | 0.34 |
| | 30 | 0.94 |
| Mesotrófico (30 < TSI < 60) | 40 | 2.6 |
| | 50 | 6.4 |
| | 60 | 20 |
| Eutrófico (60 < TSI < 90) | 70 | 56 |
| | 80 | 154 |
| | 90 | 427 |

Dentro de las actividades de la maestría y como parte del proyecto aprobado PAPIIT-DGAPA-UNAM IV200122, "AELT - Efectos del cambio global y climático sobre la limnología y biodiversidad acuática" se realizaron 3 viajes de muestreo al PNLM. La primera en enero del 2020, la segunda en abril del 2022 y la tercera en octubre del 2022. Se realizaron visitas a los principales lagos del PNLM, siempre tomando en consideración la accesibilidad del sitio y las restricciones que los manejadores de los lagos tuvieran, esto con el fin de evitar conflictos por la revisión y extracción de fauna. Dado que el PNLM es un distrito lacustre de importantes dimensiones y alta complejidad geomorfológica, los registros incluidos en este estudio no se limitaron únicamente a las lagunas, si no que se incluyeron registros y visitas a ríos, cuevas, cenotes y cascadas, ya que estos humedales se caracterizan por presentar una alta riqueza y endemismos debido a la heterogeneidad del hábitat (Miller, 2009).

Criterios de inclusión de las fuentes de información

Debido a que esta investigación en su mayoría se compone de trabajos previos, todos con diferentes temporalidades, situaciones, objetivos, enfoques y metodologías; se propuso la utilización de una rúbrica para homogeneizar las fuentes de información utilizadas,



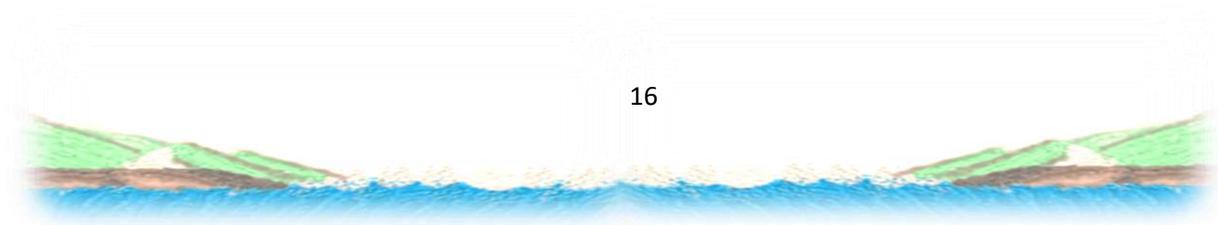
analizando la validez de los datos consultados, delimitando los enfoques y tratando de minimizar los sesgos de este estudio.

Los datos se evaluaron a través de 5 filtros que ayudan a categorizar su calidad dependiendo de si cumplían o no con las características determinadas de manera arbitraria (Tabla 1).

Tabla 1. Ejemplo de la rúbrica de evaluación para las fuentes de información utilizadas en el presente estudio.

| Trabajo #7 | Álvarez, F., Torres, E. & Villalobos, J.L. | |
|--|--|----|
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2021 | |
| Objeto de estudio | Descripción y notas del género <i>Procambarus</i> en Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colectó el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 7 | |

Toda la información seleccionada para ser parte del listado faunístico fue integrada en la rúbrica de evaluación, de manera que todos los datos presentados en este trabajo fueron parcialmente homogeneizados con las características elegidas antes de ingresarse a la base de datos. Todos los trabajos evaluados presentan una puntuación única, dependiendo de los apartados que hayan cumplido satisfactoriamente, por lo que, dentro de esta compilación, hay datos mejor calificados que otros y se sugiere al lector revisar este apartado en el anexo 3. La evaluación métrica permitió estandarizar la información consultada, auxiliando la toma de decisiones (Arencibia y de Moya, 2008). Por consiguiente, esta rúbrica nos permitió filtrar la información encontrada, incluyendo únicamente aquellos trabajos que cumplieran al menos tres de los criterios para ser incluidos en la base de datos, justificando de esta manera la elección de cierta información de acuerdo con los objetivos planteados en la presente investigación.



Trabajo de campo

El listado incluye a toda la fauna acuática del PNLN, por lo que no se utilizó una sola metodología de campo dirigida a un grupo taxonómico en específico. El trabajo de campo del presente estudio representa una recolección, una técnica que se diferencia del muestreo debido a que el objetivo no es obtener una muestra representativa de una población, si no que únicamente se busca obtener ejemplares o información de ellos para determinar qué especies se presentan en determinados sitios con el fin de inventariarlos (Morón y Terrón, 1988; Villareal *et al.*, 2004; Ramírez, 2010; Santos y Wilson, 2021). Dadas las características de una recolección, los métodos de obtención de información suelen ser menos estrictos que los de los muestreos, pero aun así se debe tratar de mantener un método claro y bien planeado para mantener el rigor científico (Villareal *et al.*, 2004).

Los diez sitios de recolección elegidos para llevar a cabo el trabajo de campo fueron: Cenote Peñitas, Cenote Camarón, La Encantada, San José, Dos Lagos, Lago Mirador, Yaleón, Río Paso del Soldado, Cascada Cristal y Tzisco. Los criterios que se tomaron en cuenta para seleccionar estos sitios fueron, principalmente, la accesibilidad al sitio y la autorización de los manejadores del cuerpo de agua, debido a que algunos de estos sitios se encuentran bajo la administración de la CONANP y otros son manejados por las autoridades ejidales de la zona. Además, estos lagos representan un muestreo representativo de las zonas hidrológicas del PNLN ya que incluye lagos de la porción noreste, sureste, así como otro tipo de cuerpos de agua como la cascada y el río. Cada lago o cuerpo de agua se designó como un sitio de muestreo.

Se decidió realizar una combinación de cuatro técnicas para poder acceder a la mayor cantidad de información y maximizar el alcance taxonómico: (1) red tipo cuchara con un tamaño de luz de malla de 4 mm, ideal para retener macroinvertebrados nadadores como los crustáceos, (2) red de acuario rectangular de 13 cm x 10 cm de apertura de boca y luz de malla de 1 mm, ideal para macroinvertebrados planctónicos y nadadores activos como pequeños camarones, larvas de insectos y pequeños peces, (3) extracción de vegetación sumergida, ideal para obtener fauna asociada como anfípodos, anélidos y platelmintos y (4) trampas con cebo, ideal para peces y crustáceos grandes. Las primeras tres técnicas se realizaron durante un periodo de 30 minutos, y las trampas con cebo se dejaron sumergidas



en los cuerpos de agua por un periodo de 2 horas y se colocaron dos trampas por sitio. Adicional a estas técnicas principales, se registraron ejemplares de fauna acuática a través de la recolección manual e incluso a algunos ejemplares se les tomaron fotografías *in situ* con ayuda de un acuario y una cámara fotográfica. Esto último se realizó para tomar registro de aquellos organismos que no se consideraba estrictamente necesario capturarlos, considerando que ya estaban bien reportados en la literatura y no había necesidad de extraerlos de la zona o debido a la vulnerabilidad conocida de sus poblaciones, por ejemplo, los anfibios y reptiles. La implementación de varias técnicas en los trabajos de campo mejora los alcances de los estudios cualitativos o semi-cualitativos, para obtener información de los diversos hábitats que pueden ocupar los macroinvertebrados acuáticos (Ramírez, 2010). Finalmente, todos los ejemplares recolectados fueron preservados en frascos con alcohol al 70 % y éstos se etiquetaron debidamente con la fecha de recolección, el sitio de muestreo y las coordenadas.

Todas las muestras fueron trasladadas a la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología, UNAM, en donde se revisaron con ayuda de un microscopio estereoscópico OLYMPUS SZH10 para su identificación hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Para el trabajo de identificación se utilizó literatura especializada para cada grupo de organismos y se consultó a expertos si lo ameritó el caso. Para crustáceos en general se consultaron: Holthuis (1993), Villalobos (1955), Hobbs y Hobbs (1974), Villalobos *et al.* (1989), Zimmer *et al.* (2009), Álvarez *et al.* (2011), Gutiérrez-Aguirre y Cervantes-Martínez (2013), Marrón-Becerra (2017) y Drumm y Knight-Gray (2019); para copépodos: Gutiérrez-Aguirre y Cervantes-Martínez (2013) y Velázquez *et al.* (2021); para peces: Espinosa-Pérez *et al.* (1993), Espinosa-Pérez *et al.* (2011), Morcillo-Alonso (2004), Velázquez-Velázquez *et al.* (2007), Miller (2009), Anzueto-Calvo *et al.* (2013), Rodiles-Hernández *et al.* (2005), Gómez-Martínez (2020), para anfibios (Casas-Andreu y McCoy, 1987); para insectos: Springer (2004), Novelo-Gutiérrez (2005), Hanson *et al.* (2010), Springer (2010b), Heckman (2011), Herrera (2013), Gómez-Tolosa *et al.* (2015), Aristizábal-García (2016), Merritt *et al.* (2019). Con toda la información recabada se construyó una matriz de datos de presencia ausencia para analizar la riqueza específica del PNLN. El recuso completo se puede consultar en el repositorio Git.Hub (<https://github.com/arelifastinos/Montebello>).



Análisis descriptivo de los datos

Se realizó un gráfico de barras para mostrar la variación de registros de especies por año, con el fin de definir la ventana temporal en la cual se encuentran todos los datos reportados en el presente estudio. Para realizar este gráfico, se decidió utilizar únicamente los datos de peces y crustáceos, ya que estos dos grupos son los mejores representados en cuanto registros y constancia de investigaciones dentro del PNLM, funcionando, así como grupos de aproximación para analizar el conocimiento de la fauna acuática en general. Además, los registros de estos grupos provienen principalmente de las colecciones científicas pertenecientes al Instituto de Biología de la UNAM, Colección Nacional de Peces y Colección Nacional de Crustáceos, por lo que se pudieron consultar las muestras en físico y comprobar fechas y localidades.

El PNLM es un distrito lacustre que, si bien ha recibido atención a lo largo de las últimas décadas, estas observaciones podrían estar centradas en los principales lagos del parque. Se realizó un gráfico donde se compararon las variaciones de conocimiento actual de cada lago contra el área de cada cuerpo de agua, y se analizó si se presentaba alguna relación con sus respectivas dimensiones. Esto con el fin de dilucidar el panorama general de cómo ha variado el enfoque en las investigaciones y por lo tanto la aportación de registros. Los datos de área utilizados fueron los publicados por Alcocer *et al.* (2016) y CONANP (2007) para los lagos principales y para el resto se calcularon utilizando la herramienta Google Earth.

Se realizó un gráfico de barras para analizar el valor ecológico y estado de conservación de la fauna acuática del PNLM. Las categorías ecológicas y de conservación fueron determinadas a través de la información publicada en la Norma Oficial Mexicana NOM 059 SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Cabe resaltar que no todas las especies registradas para el PNLM fue posible catalogarlas ya que dichas listas generalmente contienen datos de las especies con mayor conocimiento, por lo que hay muchas especies raras o con falta de información.

Para analizar de manera visual los patrones de distribución de las especies registradas en el listado, se realizó un mapa de redes a través del programa Circa software (v.1.2.1) (<http://omgenomics.com/circa>).



Análisis estadístico

Se contabilizó la riqueza de especies por lago de acuerdo con la base de datos generada a partir del inventario de especies y se evaluó el grado de semejanza entre la composición taxonómica de cada uno de los lagos a través de una matriz de similitud de Jaccard. El índice de Jaccard se calculó a través del software de análisis de datos *Past 4* y la matriz heat map de similitud se construyó en *Prism 9* (GraphPad Inc. Software, USA). A partir de estos análisis fue posible vislumbrar los patrones de distribución de la riqueza de especies acuáticas dentro del PNLM.

Para analizar la existencia de relaciones entre las características morfométricas y biológicas de los lagos (área (ha), profundidad (m) y estado de eutrofia) y la riqueza específica total de cada lago se aplicó un análisis de correlación de Spearman a través del software *Prism 9*.

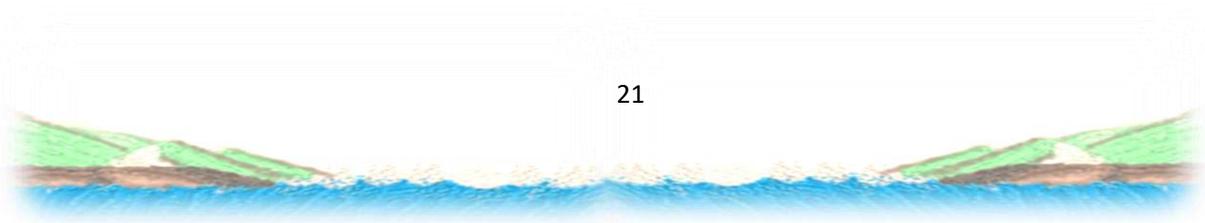
Se realizó un análisis de correlación canónica (ACC) el cual reduce la dimensionalidad de una serie de datos (Afifi *et al.*, 2011). Como variables independientes se eligieron las características de los lagos: área (ha) y categoría de eutrofia (oligotrófico, mesotrófico o eutrófico) y para las variables de respuesta se usó la riqueza de especies y el número de taxones tolerantes a la eutrofización. El nivel de tolerancia de los taxones se obtuvo de Pineda *et al.* (2014). El ACC se realizó a través del software *Prism 9* (GraphPad Inc. Software, USA). De acuerdo con la fuerza de la relación canónica de las características de los lagos y características de la comunidad, así como la fuerza de contribución de cada variable canónica, se obtuvieron dos coeficientes específicos para cada lago: el coeficiente de características de los lagos (CCL) que corresponde a el conjunto de variables independientes (condiciones de eutrofia y área (ha)) y el coeficiente para las características de la comunidad de fauna acuática (CCF) que corresponde a el conjunto de variables dependientes (riqueza de fauna acuática y número de especies tolerantes). Se realizó una tabla para mostrar los coeficientes de cada lago y se utilizó cada par de coeficientes de los lagos para ubicarlos en un plano cartesiano y mostrar los datos en un plano bidimensional.

Por otro lado, con el fin de evaluar el esfuerzo de recopilación de datos del inventario biológico se realizó una curva de acumulación de especies (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). La aplicación de este análisis se complica cuando la información se encuentra



dispersa, proviene de distintas fuentes de información y es espacial y temporalmente heterogénea (Hortal y Lobo, 2002), tal como es el caso del este estudio. Dado este contexto, se decidió realizar la curva de acumulación de especies con los datos más fidedignos a nuestro alcance, así como los que utilizaron un método de muestreo similar, en temporadas relativamente constantes y casi siempre realizadas por mismo grupo de investigadores, es decir los datos provenientes de la CNCR. Si bien la curva construida a partir de estas muestras no refleja las aportaciones del listado en su totalidad, servirá como una aproximación a los datos reales.

Con la información de crustáceos obtenida a través del inventario de especies, se tomaron los registros de presencia para definir las unidades de muestreo, ya que se han identificado en otros estudios que estas pueden ser un buen sustituto del esfuerzo de muestreo (Hortal y Lobo, 2002), siempre y cuando exista información confiable a lo largo del sitio de estudio (Lobo y Martín-Piera, 2002). Con esta información, se construyó una matriz de datos, la cual fue procesada a través del software EstimateS ver. 9.1.0 (Colwell, 2013). Para evitar el sesgo de ordenamiento de los datos y bajo las sugerencias de Magurran, (2004) se realizaron 500 aleatorizaciones. Posteriormente, la matriz de datos resultante fue analizada en el software Statistica ver. 10 (Statsoft 2011), para evaluar la curva de acumulación de especies a través de la función dada por la ecuación de Clench, uno de los modelos más recurrentes y con mejor ajuste, sobre todo cuando se trata de sitios de estudio extensos y grupos hiperdiversos (Soberón & Llorente, 1993; Moreno & Halffter, 2000; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Posteriormente, la curva fue ajustada a través del algoritmo de Simplex & QuasiNewton según las recomendaciones de Jiménez-Valverde y Hortal, (2003). Finalmente, los resultados se graficaron en la plataforma en *Prism 9* (GraphPad Inc. Software, USA).



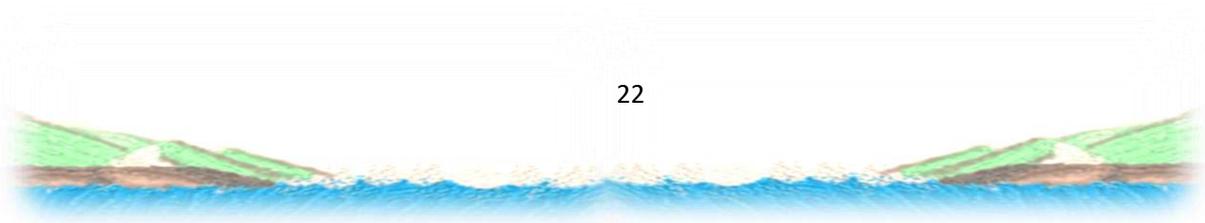
Resultados

Listado de especies

En total se registraron 348 especies, agrupadas en 120 familias, 46 órdenes y 17 clases. El listado completo se encuentra en el anexo 1. El listado contiene información de 31 cuerpos de agua pertenecientes al distrito lacustre del PNLM y ningún taxón se registró en todos los cuerpos de agua. La mayor riqueza de especies registrada correspondió a la clase Insecta, mientras que las clases distribuidas más ampliamente a lo largo del parque son Actinopterigii y Malacostraca. Se encontraron 42 especies de peces, 26 de anfibios, 36 de reptiles, 73 de crustáceos, 9 de moluscos y 106 de insectos acuáticos. Se encontraron 35 registros de especies que no contaban con la información, dentro de su referencia, el cuerpo de agua del cual fueron colectados. Estos datos fueron excluidos de los análisis estadísticos, mas no del listado de especies (Anexo 1).

Fuentes de información del inventario de fauna acuática

Este listado y los análisis posteriores se han nutrido principalmente de artículos científicos, fuente de información que representa más de la mitad de los registros totales. Este porcentaje es seguido por la información obtenida en línea, entendiéndose esto por bases de datos como SNIB-CONABIO, Datos abiertos del Instituto de Biología y de otras universidades nacionales e internacionales, finalmente el otro porcentaje representativo está representado por los trabajos de tesis. De todos los datos obtenidos, el 8 % ha sido aportado por los muestreos simples realizados del 2020 al 2023 en el desarrollo del presente estudio (Fig. 1). La base de datos desarrollada en este estudio se construyó a partir de 91 fuentes de información.



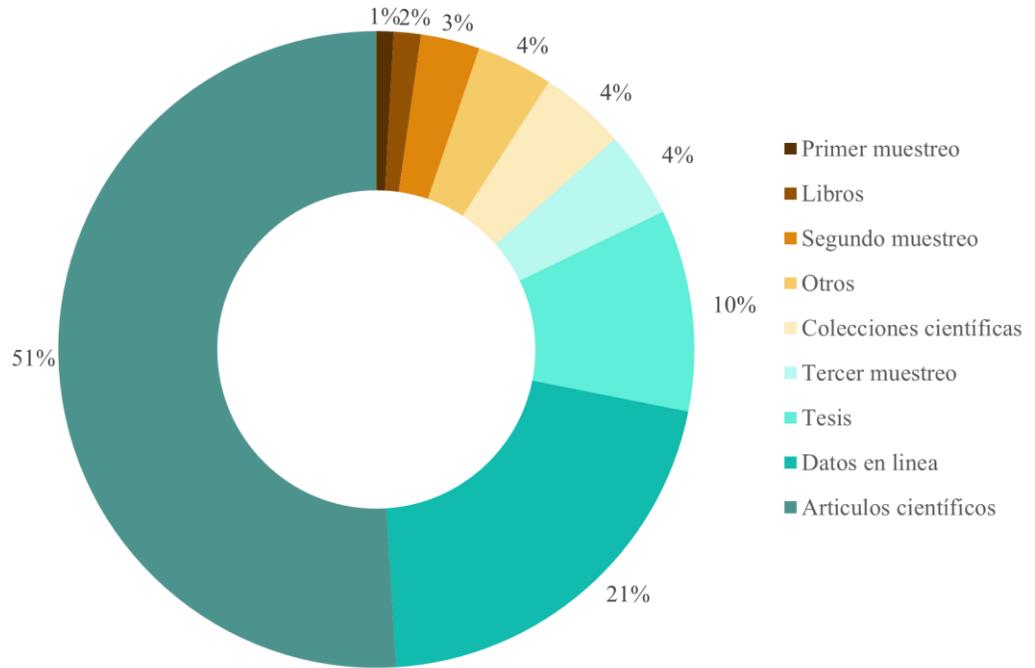


Fig 1. Fuentes de información utilizadas para la obtención de registros de especies reportadas para el PNLM. Primer muestreo realizado del 13 al 15 de enero del 2020, segundo muestreo realizado del 1 al 2 de abril del 2022 y tercer muestreo realizado del 13 al 15 de octubre del 2022.

Rango histórico del inventario de fauna acuática

Los registros recopilados en el presente estudio abarcan una temporalidad de 72 años, de 1950 hasta el 2022 (Fig. 2), pero los registros no son continuos y se encontraron claras variaciones en los grupos de trabajo (peces/crustáceos). Los registros más antiguos corresponden a crustáceos y los de peces se encontraron a partir de 1983. El estudio y aportación de datos de crustáceos muestra un auge en 1986 y el de peces en el 2016. Se observa un periodo de pocas aportaciones de datos en estos grupos de 1995 al 2007. Por otro lado, se refleja el aumento de conocimiento de especies de ambos grupos a partir del 2019 al 2022, datos que principalmente corresponden a los realizados en el presente estudio.

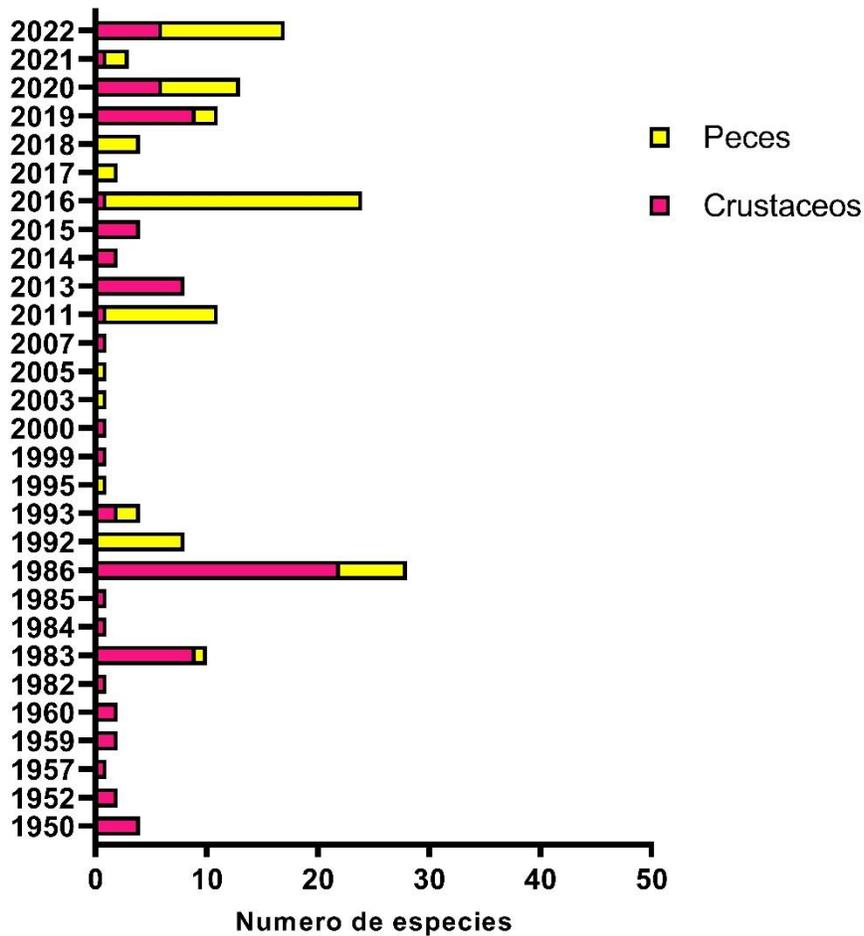


Fig 2. Variación histórica de las especies registradas dentro del PNLM. Se muestran las variaciones claras entre los registros de crustáceos y peces por año.



Descripción del conocimiento de fauna acuática en el PNLM

Se pudo observar una relación entre el número de especies registradas y el número de investigaciones realizadas en cada lago (Fig. 3), entendiendo como investigaciones a cualquier estudio científico documentado (artículos publicados, libros, tesis). Existen claramente lagos más estudiados y estos presentan una correlación positiva con el número de especies registradas.

Se presentó una variación importante entre los registros de especies por lago, donde el lago con menor número de registros fue Lago Mirador y Cenote Camarón, dos sitios con número de investigaciones diferentes y un área similar. Por otro lado, el lago con mayor número de registro de especies fue Tzisco con 84, con también el mayor número de investigaciones y la mayor área presentando 306.6 ha. Las investigaciones variaron en un intervalo de 1 a 21 y los registros de especies de 8 a 84. Se encontró una ligera tendencia de asociación entre el área de los cuerpos de agua con el número de investigaciones y especies registradas, sin embargo, la asociación más evidente en este gráfico fue entre el número de investigaciones y el número de registros.

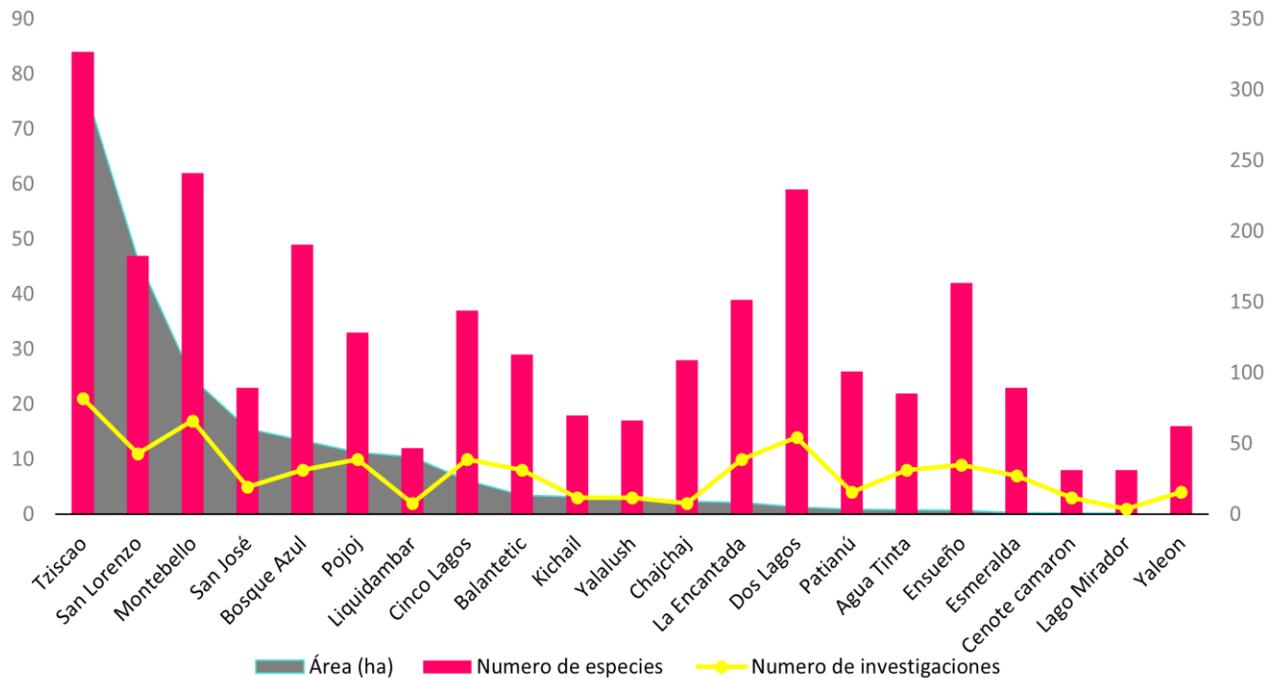


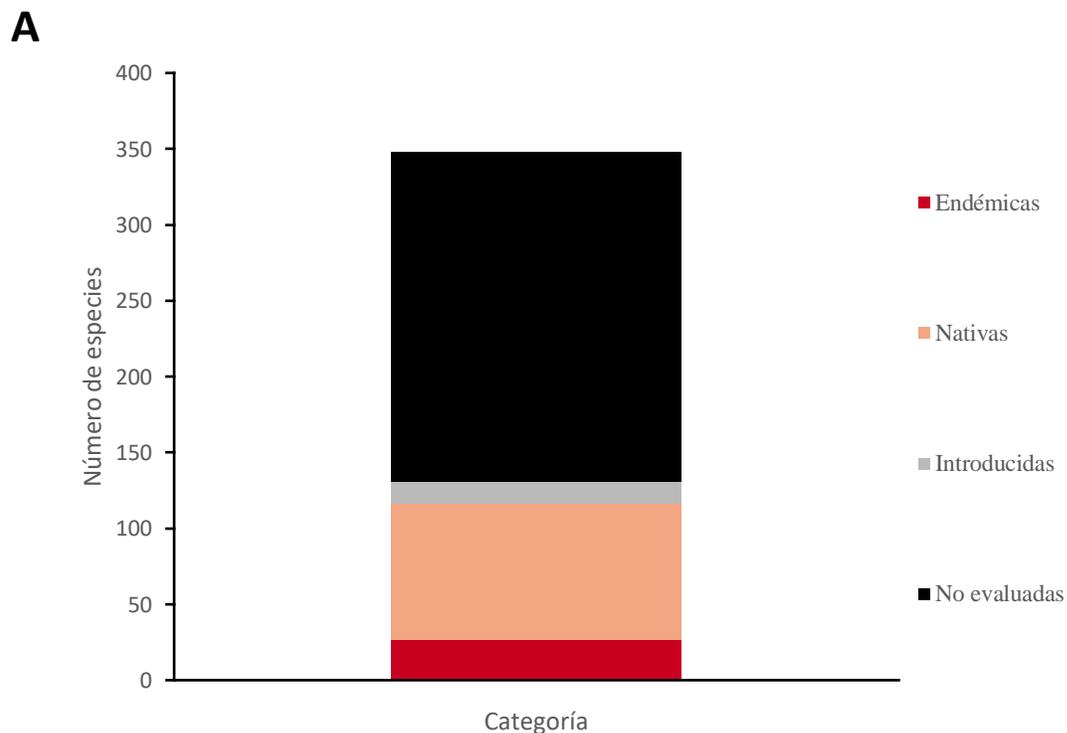
Fig 3. Resumen de la variación de investigaciones y registros de especies en cada lago dentro del PNLM. Se incluyen datos del área de cada lago para evaluar la relación del tamaño con el esfuerzo de estudio.



Descripción de la composición de fauna acuática: Clasificación ecológica y de conservación

Se encontró que, de las 348 especies registradas para el PNLM, 27 se consideran endémicas del PNLM, 89 son nativas del PNLM, 15 son introducidas al PNLM y 217 especies no están consideradas en la NOM 059 ni en la red list IUCN en cuanto a su clasificación ecológica (Fig. 7), este último gran porcentaje de especies, en su mayoría, se componen de los registros de insectos acuáticos.

Por otro lado, de las 348 especies registradas en el PNLM, nueve se encuentran en peligro de extinción, otras nueve están amenazadas, 11 se consideran con poblaciones vulnerables y 15 están clasificadas bajo algún tipo de protección especial de acuerdo con la NOM059. La mayor cantidad de especies evaluadas se encuentran clasificadas como poblaciones con baja preocupación. Finalmente, 216 especies no se encuentran consideradas en la NOM 059 ni la Red List de la IUCN, por lo que no fue posible conocer su estado de conservación actual (Fig. 7).



B

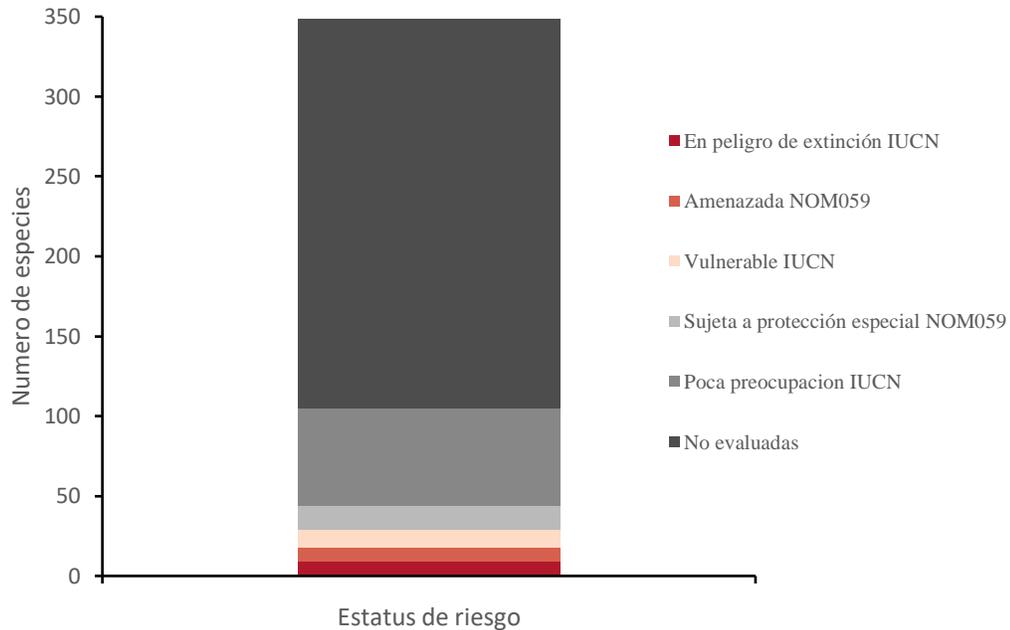


Fig. 7. Gráfico de barras del estado actual de clasificación de las especies de fauna acuática en el PNLM. A) Categorías ecológicas y B) Categorías de riesgo según la NOM059 y la red list IUCN.

Patrones de distribución de la fauna acuática

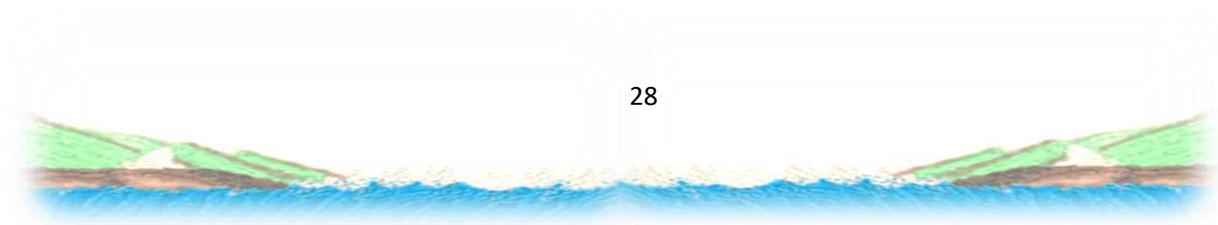
En la figura 10 se puede observar cómo se distribuyeron los registros de la fauna acuática en los diferentes cuerpos de agua dentro del PNLM. Se encontró que la clase Actinopterygii se encontró en 18 de los 31 cuerpos de agua estudiados, tanto en los lagos como en cenotes, ríos, cascadas y cuevas. Por otro lado, los anfibios y reptiles se registraron en 15 cuerpos de agua y estos registros se concentraron en Bosque Azul, La encantada, Montebello y Tziscoa.

En cuanto a los crustáceos, se encontraron registros de este grupo en 29 cuerpo de agua, únicamente careciendo de registros de crustáceos el sitio Lago Azul y Cenote Peñitas. La distribución de la clase Crustacea fue variable, la clase malacostraca se reportó tanto en los lagos como en las cuevas, ríos, cenotes, grutas y cascadas, mientras que la clase Hexanauplia (Copépoda) mostró una distribución más restringida, ya que únicamente se reportó en los lagos principales del PNLM, al igual que Branchiopoda y Ostracoda. Los lagos Tziscoa y



Esmeralda presentaron registros de todas las clases de crustáceos, de manera similar que las clases Monogononta, Clitellata, Gastropoda y Entognatha, cuyos registros se agruparon en los lagos del PNLM y no se encontró ningún registro de ellos en el resto de los cuerpos de agua (cuevas, ríos, cenotes, grutas y la cascada). La clase Insecta, representada en el color rosa (Fig. 10) presentó registros en 19 cuerpos de agua y la mayoría de estos se concentraron en los sitios: Ensueño, Pojoj, Tzisco y Dos Lagos.

Por último, en este gráfico de redes reveló que el 90 % de los registros de fauna acuática se encontraron en los lagos, mientras que el 10 % restante se registró dentro de cuerpos de agua como: cenotes, ríos, cuevas, arroyos y cascadas. Este 10 % se encontró representado por registros de peces, crustáceos malacostrácos, anfibios e insectos.



Cenotes, ríos, cuevas y cascada

Actinopterygii

Lagos principales

Amphibia

Reptilia

Malacostraca

Hexanauplia

Branchiopoda

Ostracoda

Arachnida

Monogononta

Gastropoda Clitellata

Entognatha

Insecta

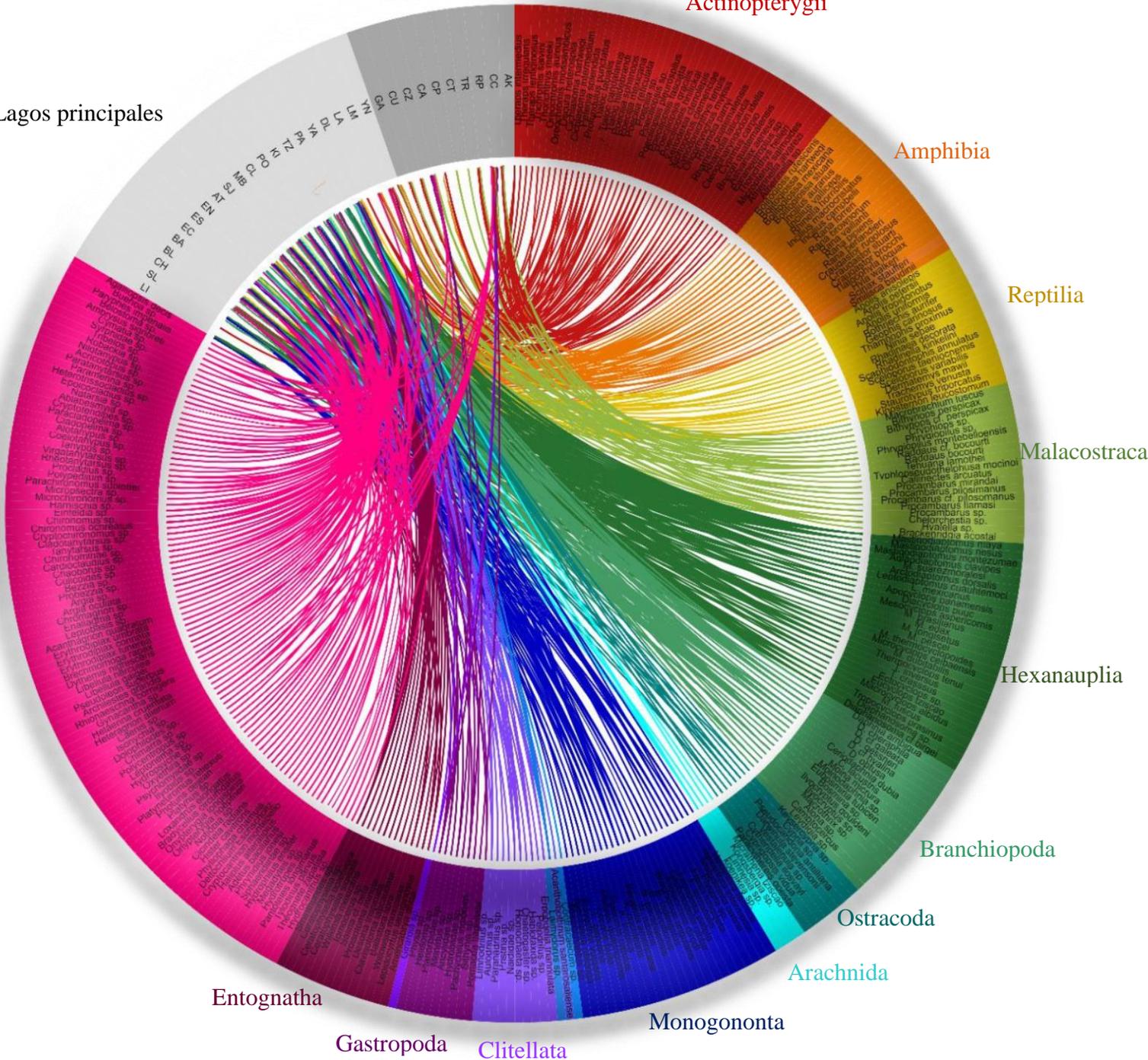


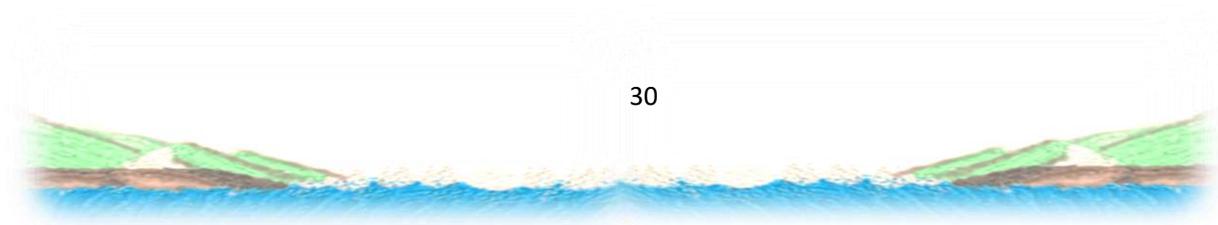
Fig. 10. Mapa de redes de distribución de la fauna acuática del PNLM. Las casillas en color gris de la esquina superior izquierda corresponden a los cuerpos de agua, el resto de las casillas representan las especies encontradas y los colores indican las agrupaciones por clase. Cada línea o conexión representa la presencia de una especie en un cuerpo de agua.



Distribución de la riqueza

Se obtuvo información de 31 cuerpos de agua y 800 registros de especies. Dieciséis cuerpos de agua presentaron un intervalo de riqueza de entre 1 y 19, nueve presentaron una riqueza de entre 20 y 39 especies, cuatro de entre 40 a 59 especies, solo el lago Montebello, presenta 62 especies y el lago Tziscoa 84 especies.

Finalmente, aquellos sitios que no fueron coloreados en el intervalo de riqueza representan los sitios que no presentaron registros de fauna acuática dentro de la literatura y no fueron visitados en el trabajo de campo. Se encontró que los lagos que no cuentan con ningún registro son aquellos de menor área.



Mapa de riqueza

Intervalo de riqueza de especies

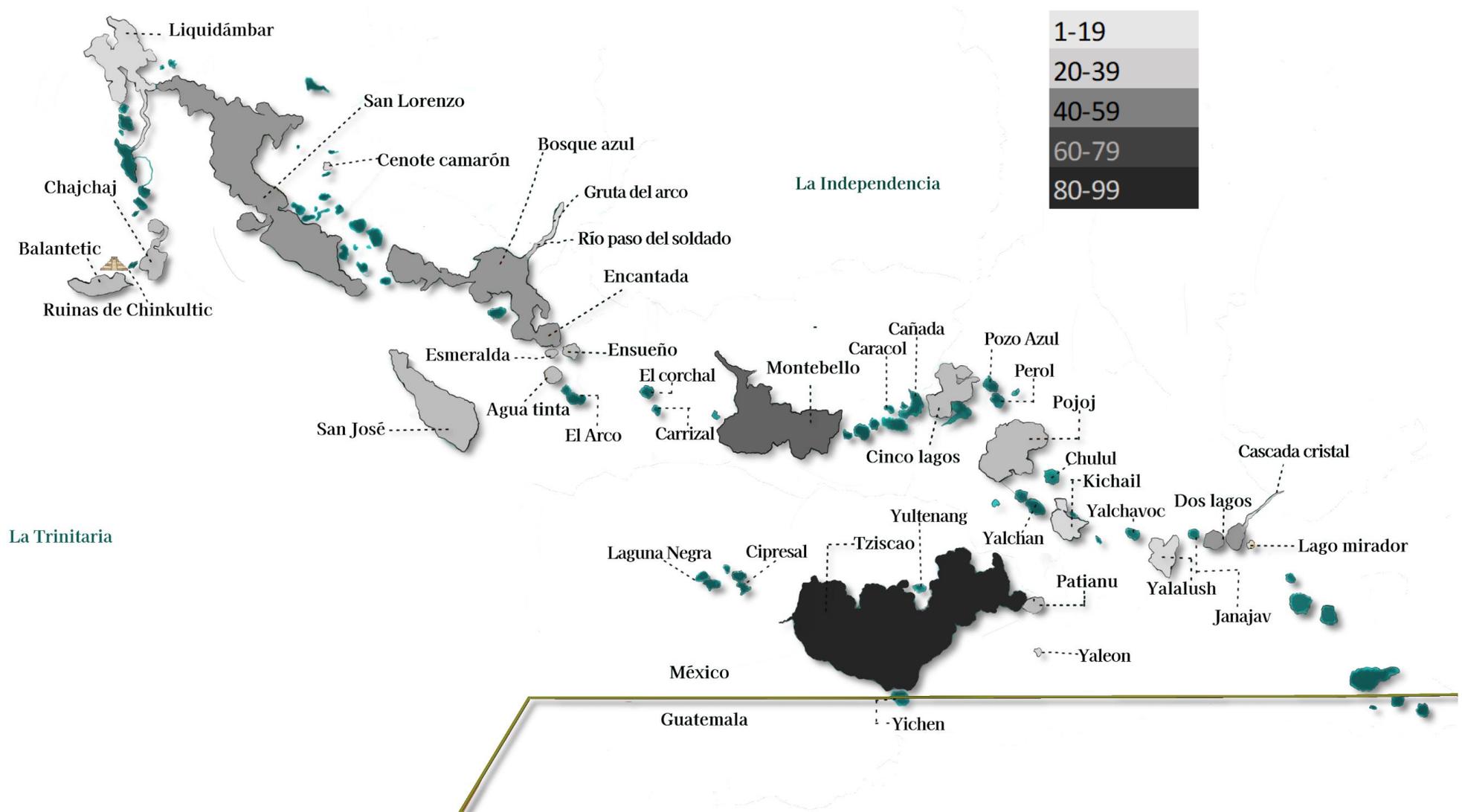


Fig. 11. Mapa de distribución de la riqueza de fauna acuática dentro del PNLM. Se muestra el nivel de riqueza de especies de acuerdo con un intervalo a escala de grises.

Caracterización de los lagos

Se consultaron cinco trabajos principales que aportaron información de las variables morfométricas y biológicas de los lagos dentro del PNLM (Tabla 3). Se encontró que, de acuerdo con las evaluaciones realizadas de 2015 a 2019, 10 lagos se han clasificado como oligotróficos, seis mesotróficos y dos como eutrofizados.

Tabla 3. Compilación de la información fisicoquímica reportada para algunos lagos del PNLM.

| Lago | Alcocer <i>et al.</i> , 2016 | | Vera-Franco <i>et al.</i> , 2015 | | Maya, 2017 | Villalpando, 2015 | Reyes, 2019 | Grado de eutrofización promedio | Carlson (1977) | |
|--------------|------------------------------|-----------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------|-------|
| | Área (ha) | Profundidad media (m) | Media Oxígeno disuelto (mg L ⁻¹) | Grado de eutrofización (Clor-a) | índice (IET) | Estado trófico | |
| Agua tinta | 3 | 14.7 | 6.3 | 1.4 | 1.3 | X | X | 1.4 | 33.5 | MESO |
| Balantetic | 13.6 | 1.7 | 4.5 | 8.1 | 8.8 | X | X | 8.5 | 51.5 | MESO |
| Bosque azul | 52.2 | 20 | 0.8 | 10.3 | 13.2 | 35.3 | X | 19.6 | 59.8 | MESO |
| Chaj chaj | 9.2 | 5.3 | 3.6 | 6.8 | 6.8 | X | X | 6.8 | 49.4 | MESO |
| Cinco lagos | 23.7 | 42.5 | 5.7 | 0.4 | 0.4 | X | X | 0.4 | 21.6 | OLIGO |
| Dos lagos | 5.2 | 25.2 | 1.9 | 0.8 | 0.8 | X | X | 0.8 | 28.4 | OLIGO |
| Ensueño | 2.7 | 21.6 | 5.1 | 0.5 | 0.6 | X | X | 0.6 | 24.7 | OLIGO |
| Esmeralda | 1.1 | 3.6 | 5.2 | 0.8 | 0.8 | X | X | 0.8 | 28.4 | OLIGO |
| Kichail | 12.5 | 9.5 | 4.4 | 2.4 | 2.5 | X | X | 2.5 | 39.4 | MESO |
| La encantada | 8.2 | 29.4 | 0.3 | 12.1 | 12.6 | 23.7 | 20.15 | 17.1 | 58.5 | MESO |
| Liquidambar | 40.5 | 11.2 | 1.7 | 19.9 | 36.9 | 104.95 | X | 53.9 | 69.7 | EUTRO |
| Montebello | 96.2 | 12.3 | 3.2 | 0.5 | 0.5 | X | X | 0.5 | 23.8 | OLIGO |
| Patianu | 3.4 | 10.8 | 2.3 | 0.7 | 0.5 | X | X | 0.6 | 25.6 | OLIGO |
| Pojoj | 43.7 | 35.2 | 6 | 0.7 | 1.2 | X | X | 1.0 | 30.1 | OLIGO |
| San José | 60.6 | 10.3 | 4.6 | 0.8 | 0.8 | X | X | 0.8 | 28.4 | OLIGO |



| | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|------|-----|------|-----|------|---|------|------|-------|
| San Lorenzo | 181.3 | 11.8 | 4.2 | 27.5 | 23 | 89.4 | X | 46.6 | 68.3 | EUTRO |
| Tziscoa | 306.6 | 28.9 | 4.5 | 0.3 | 0.4 | X | X | 0.4 | 20.3 | OLIGO |
| Yalalush | 11.5 | 9.9 | 5.8 | 0.3 | 0.3 | X | X | 0.3 | 18.7 | OLIGO |

Con una “X” se distingue ausencia de datos por los respectivos estudios.

Riqueza específica por lago

En total se encontraron 348 registros de fauna acuática distribuidos en 31 cuerpos de agua, los cuales incluyen lagos, cenotes y cuevas (Fig. 4). El valor más alto de riqueza se registró en Tziscoa con 84 especies, seguido por Montebello y Dos Lagos con 62 y 59 especies respectivamente. Se incluyeron los registros de dos sitios, Cueva del Tío Ticho y Cenote la Cueva, que, aunque estrictamente no pertenecen al polígono del PNLN, se integraron a este listado debido a su proximidad con el sitio y los importantes registros que presentan. Se encontró que las cuevas presentaron los valores más bajos de riqueza. En cuanto al estado trófico de los sitios, no se encontró una asociación visual significativa entre el estado trófico de los cuerpos de agua y la riqueza asociada. De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla 3, solo dos sitios se consideran eutrofizados: San Lorenzo y Liquidámbar, mientras que se encontraron cinco sitios mesotróficos: Bosque Azul, La Encantada, Balantetic, Kichail y Chajchaj. Por otro lado, la mayoría de los sitios se consideran oligotróficos, pero estos presentaron valores de riqueza taxonómica tanto altos como bajos.



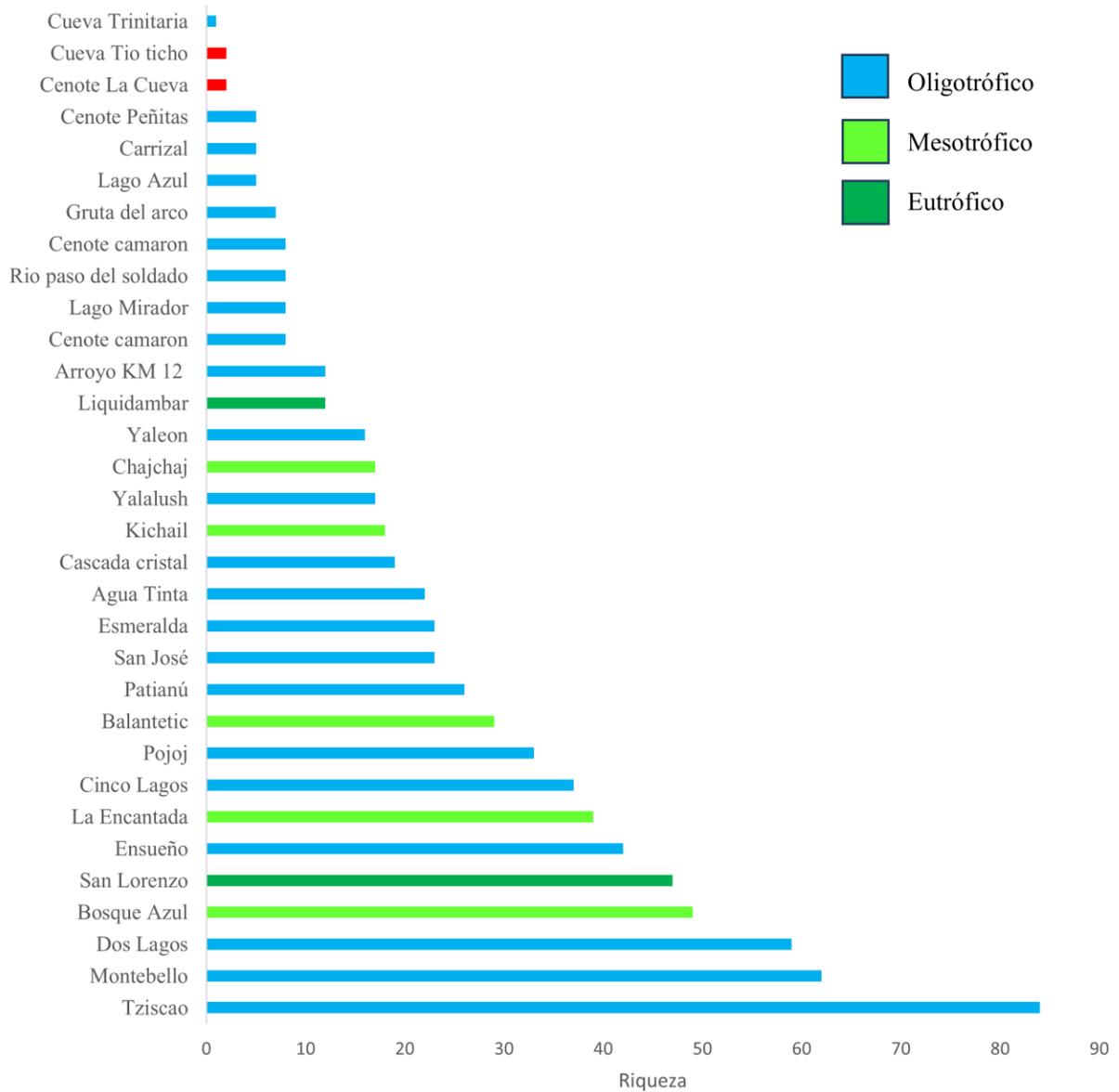


Fig 4. Variación de la riqueza de especies de fauna acuática en el distrito lacustre PNLM. Se resalta con rojo dos sitios que no corresponden estrictamente al polígono del PNLM pero que fueron anexados a los análisis.



Similitud de composición entre cuerpos de agua

El análisis de Jaccard reveló dos claros patrones en la similitud de composición de especies, el primero en la parte superior izquierda que corresponde principalmente a las comparaciones realizadas entre los lagos principales de PNLM y el segundo se encuentra en la parte inferior derecha y este agrupa principalmente las comparaciones de composición taxonómica entre los otros tipos de cuerpos de agua que conforman el PNLM: cuevas, ríos, cenotes, grutas y la cascada (Fig. 6). Se puede observar que, de manera general las similitudes son bajas para todo el PNLM, ya que ninguna llega al 0.5 del valor del índice. El valor más alto se encontró entre la comparación del Lago Mirador y Cenote Camarón, pero aun así esta fue muy baja presentándose solamente un 0.33 % de similitud. Asimismo, se encontró que los porcentajes de similitud entre los lagos principales y el otro tipo de cuerpos de agua (cuevas, ríos, cenotes, grutas y la cascada) son mínimas y, en algunos casos, de prácticamente cero por ciento de similitud, que corresponden a todas las zonas en color negro en la matriz, denotando que dentro del PNLM la composición de especies para cada cuerpo de agua es sumamente específica y hay muchas especies que solo se han reportado en una zona en particular.



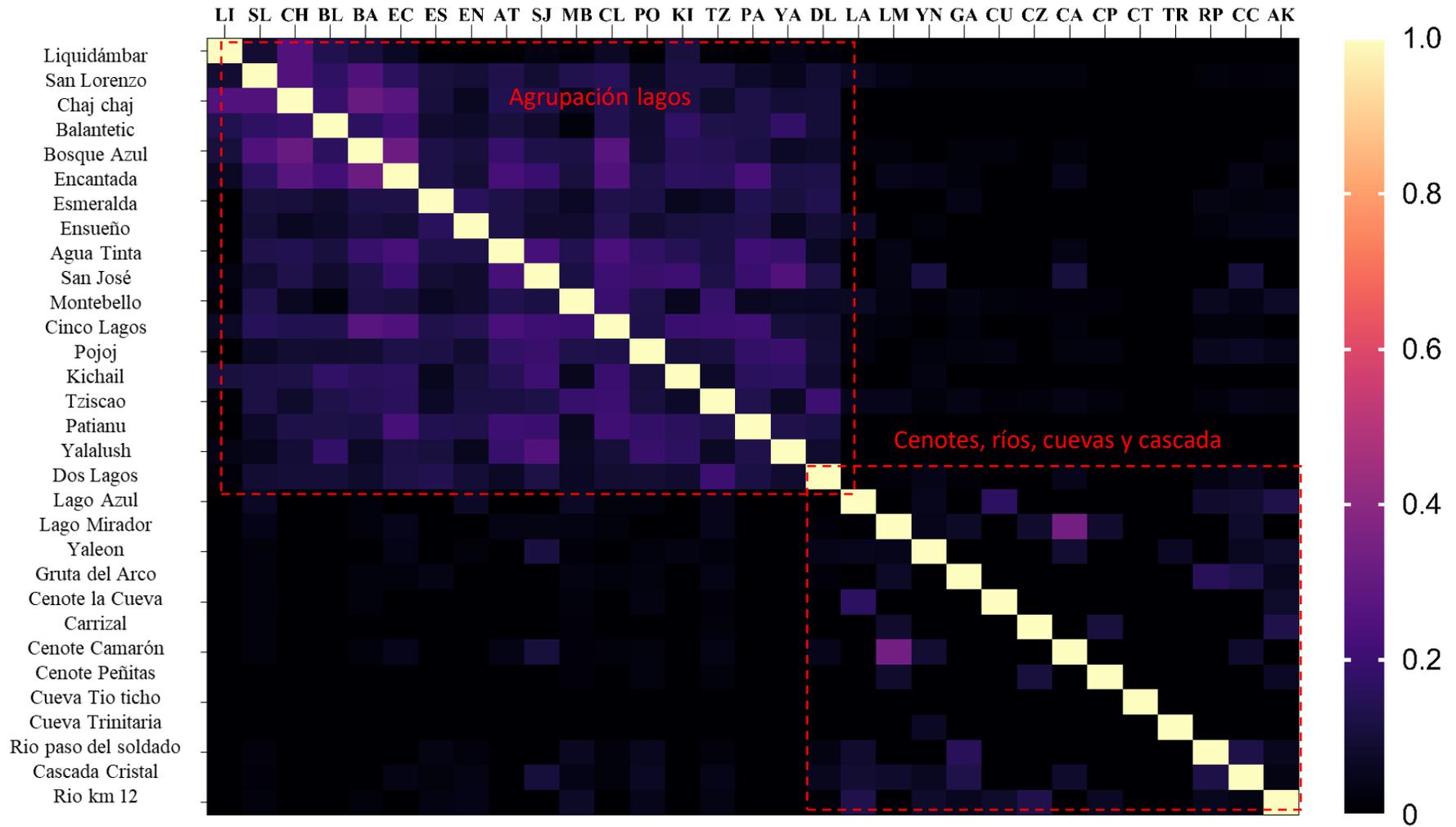


Fig. 6. Matriz de similitud de composición de especies entre los diferentes cuerpos de agua dentro del PNLM.



Riqueza y características de los lagos

El análisis de correlación de Spearman demostró una correlación positiva y alta entre la riqueza y el área del lago ($r = 0.64$), estadísticamente significativa con $p > 0.001$ (Fig. 5A). Se encontró que el resto de las correlaciones no fueron estadísticamente significativas. Siendo moderada y positiva la relación entre profundidad y riqueza ($r = 0.51$) al igual que la correlación entre el área y la profundidad media ($r = 0.50$). La correlación entre el área y el promedio de Clorofila-a resultó muy baja ($r = 0.04$). Por otro lado, se encontró una correlación negativa entre el promedio de la Clorofila-a y la riqueza de especies, pero resultó ser baja ($r = -0.14$). En cuanto a la relación profundidad media y Clorofila-a, esta no se analizó debido a que no representa aplicación ni explicación con los datos utilizados dentro de este estudio y no aporta información a discutir. La correlación entre el área y riqueza mostró una distribución de los puntos con una tendencia de crecimiento positivo tal como lo describió el valor de Spearman ($r = 0.64$), pero se observan por lo menos tres puntos con valores atípicos: Dos Lagos ($X= 5.2, Y=59$), Ensueño ($X= 2.7, Y=42$) y Esmeralda ($X= 8.2, Y=29$) (Fig. 5B), los cuales influyeron en gran medida en la dispersión de los datos y en el valor r de la correlación.



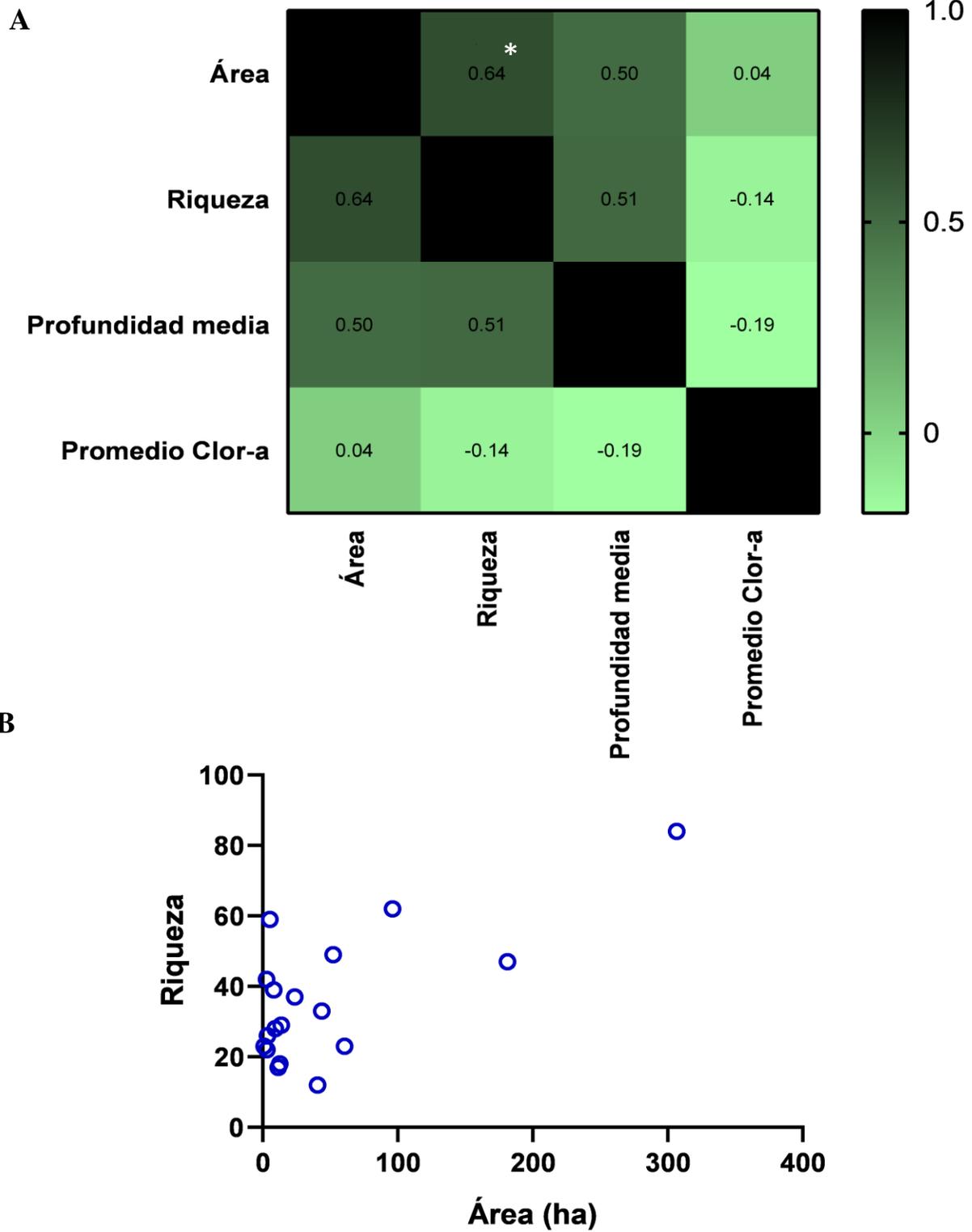


Figura 5A. Matriz de correlación de Spearman de las principales características de los lagos del PNLM con la riqueza encontrada, se muestran señalados con un (*) aquellos valores que muestran una correlación significativa entre las variables. Figura 5B. Gráfico de dispersión de la correlación área v riqueza.



Asociación multivariable: lagos y comunidad de fauna acuática

El análisis de CCA reflejó una correlación alta ($r_1 = 0.82$ y $p < 0.01$) entre las características de los lagos reportadas en la bibliografía (área y eutrofización) y las características de la comunidad reconocidas para el PNLM (riqueza específica y número de especies tolerantes a la eutrofización) (Fig. 8). El modelo conceptual de la CCA describió que los coeficientes de interferencia de las variables (CI) contribuyeron de manera positiva y negativa a explicar el modelo. En cuanto a las características de los lagos, el área de los lagos explicó la mayor variación de los datos (CI= 0.99), influyendo más en las variables dependientes que la eutrofización de los cuerpos de agua (CI= -0.25). La riqueza es la variable que responde en mayor medida a los cambios en las características de los lagos (CI= 1.30), por otro lado, la cantidad de especies tolerantes responde en sentido negativo a el aumento del area de los lagos y (CI= -0.52) (Fig. 8).

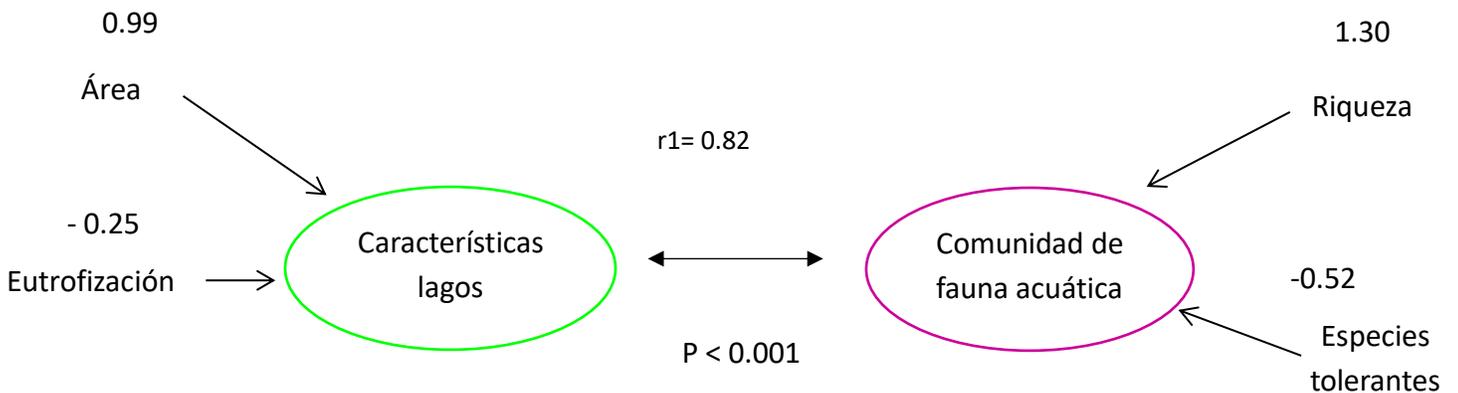


Fig. 8. Modelo conceptual que refleja la contribución (coeficientes estandarizados) de los conjuntos de variables dependientes e independientes para la relación Características lagos y estado de la comunidad de fauna acuática en el PNLM.

Resultó que los lagos Tziscaco, San Lorenzo, Montebello y Cinco Lagos obtuvieron los coeficientes más altos en cuanto a las características de los lagos (CCL= 0.37 a 3.38) y obtuvieron a su vez los coeficientes más altos en cuanto a las características de la comunidad



de fauna acuática (CCF= 0.31 a 2.8). Los lagos Pojoj y San José presentaron un alto CCL (0.45 y 0.12, respectivamente) pero valores bajos de CCF (-0.42 y -0.82, respectivamente). Bosque azul, Dos Lagos y La encantada presentaron valores medios de CCL (-0.01, -0.21 y -0.33, respectivamente) pero valores más altos de CCF (0.81, 0.40 y 0.21, respectivamente). Esmeralda, Chaj chaj y Balantetic obtuvieron los valores de CCL más bajos de todo el análisis (-0.71, -0.83 y -0.85, respectivamente), pero presentaron valores medios de CCF (-0.69, -0.37 y -0.23, respectivamente). Finalmente, los valores más bajos de CCF los presentaron los lagos Agua Tinta, (CCF= -0.64), Yalalush (CCF= -0.81), Liquidambar (CCF= -1.19) y Kichail (CCF= -0.74), pero presentaron valores de medios a bajos de CCL (-0.46 a -0.70) (Tabla 4 y Fig. 9).

Tabla 4. Coeficientes de CCL y CCF para cada cuerpo de agua dentro del PNLM.

| Lago | Características de los lagos (CCL) | Características de la comunidad de fauna acuática (CCF) | | |
|---------------------|------------------------------------|---|-------|-------|
| | | Alto | Medio | Bajo |
| Tzisco | 3.38 | 2.80 | | |
| San Lorenzo | 1.08 | 0.63 | | |
| Montebello | 0.58 | 1.67 | | |
| Pojoj | 0.45 | | -0.42 | |
| Cinco lagos | 0.37 | 0.31 | | |
| San José | 0.12 | | | -0.82 |
| Bosque azul | -0.01 | 0.81 | | |
| Dos lagos | -0.21 | 0.40 | | |
| Ensueño | -0.31 | | -0.40 | |
| La encantada | -0.33 | 0.21 | | |
| Agua tinta | -0.46 | | | -0.64 |
| Yalalush | -0.46 | | | -0.81 |
| Patianu | -0.53 | | -0.53 | |
| Liquidambar | -0.58 | | | -1.19 |
| Kichail | -0.70 | | | -0.74 |
| Esmeralda | -0.71 | | -0.69 | |
| Chaj chaj | -0.83 | | -0.37 | |
| Balantetic | -0.85 | | -0.23 | |



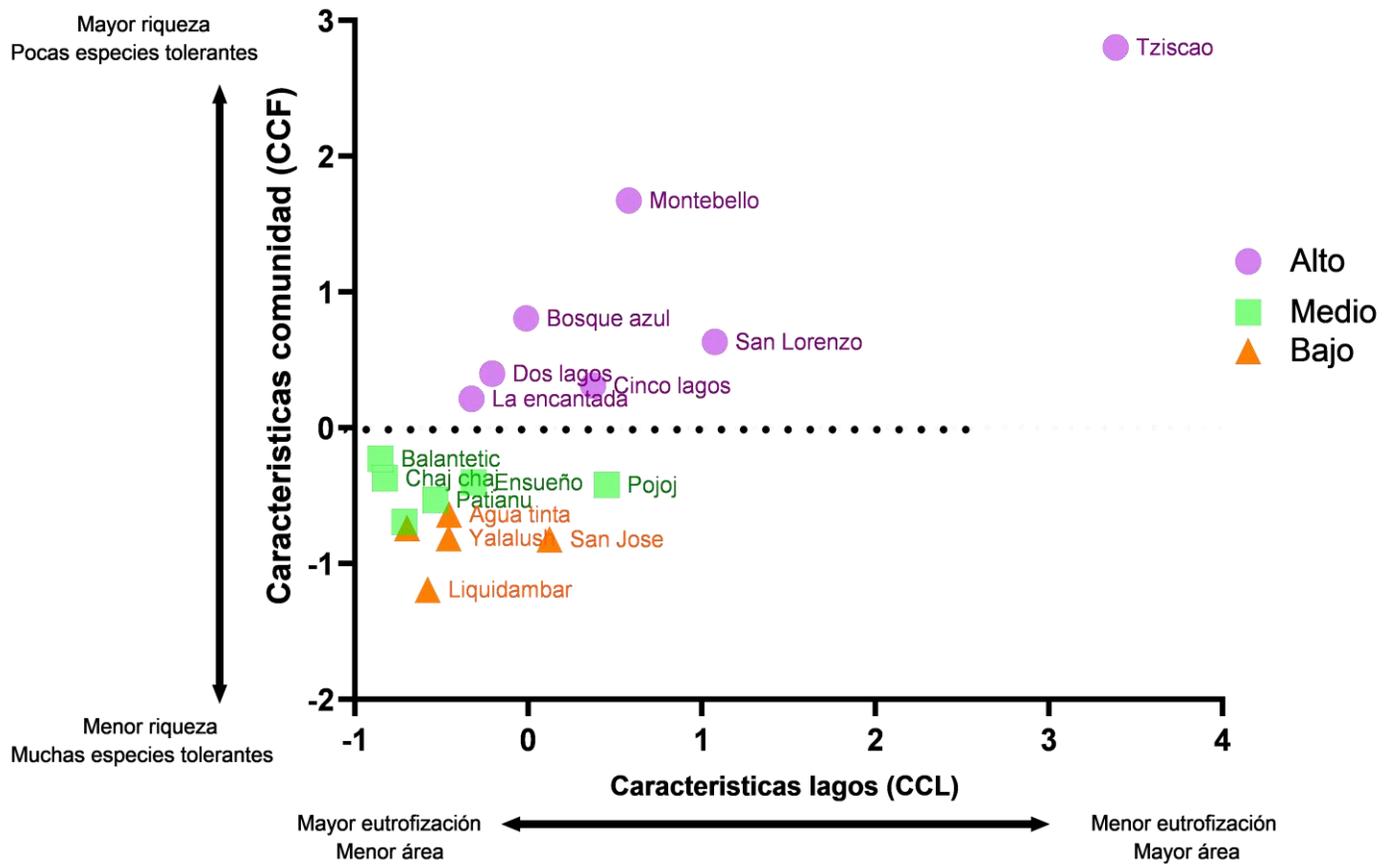


Fig. 9. Gráfico bidimensional de los coeficientes CCL y CCF de cada uno de los lagos del PNLM. El código de color resalta una agrupación obtenida de acuerdo con la posición otorgada por los coeficientes en la tabla 4.



Curva de acumulación de especies

Los datos observados se ajustaron bien a la curva de estimación predicha por el modelo de Clench ($R= 0.95$) y el modelo explicó de manera satisfactoria la varianza de los datos (Fig. 12). El modelo de Clench estimó que la riqueza máxima de crustáceos para el PNLM es de 134 especies, mientras que hasta el 2022, que es el último año de muestreos, se alcanzó un punto máximo de 96 especies registradas, lo que resultó en una eficiencia de recopilación de datos del 73 % evidenciando una representación de datos bastante alta.

Por otro lado, los datos mostraron una tendencia a seguir creciendo conforme se aumenta el esfuerzo de muestreo (años de estudio) pero tanto la curva de Clench, así como los datos observados aun no revelaron una asíntota clara con el nivel de esfuerzo disponible.

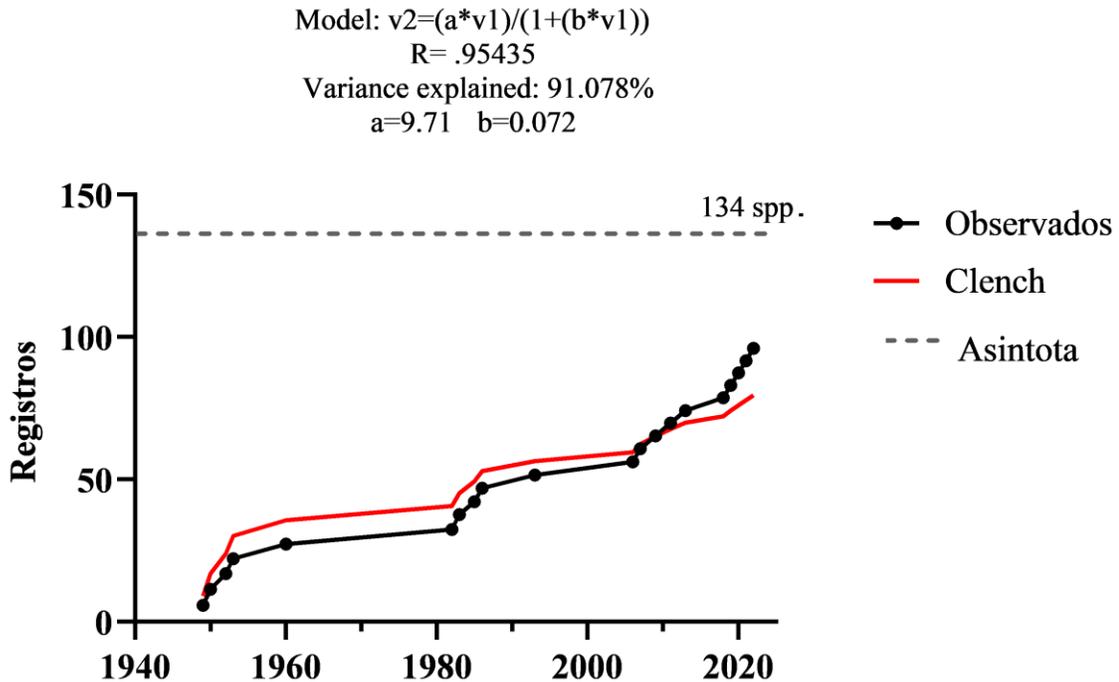


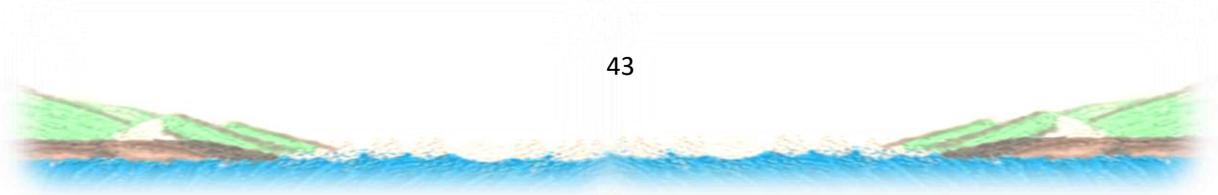
Fig. 12. Curva de acumulación de especies de crustáceos documentadas en el PNLM. En el eje X se ubican las unidades de esfuerzo de muestreo (año) y en el eje Y se observan los registros de crustáceos generados a lo largo de 72 años de estudios. Se muestra la riqueza asíntótica generada de acuerdo con la curva de Clench (curva roja). La riqueza total predicha por el modelo (línea punteada) cuando $S_{total} = (a/b)$ para el PNLM sería de 134 especies.

Discusión

Los listados taxonómicos son considerados como un acercamiento inicial y una base fundamental para las estrategias de conservación de las áreas naturales protegidas, ya que se ha reconocido la necesidad de conocer los recursos biológicos para planear los esfuerzos de conservación (Bilger *et al.*, 2005; Bunn *et al.*, 2010; Alonso-EguíaLis *et al.*, 2014; Guareschi *et al.*, 2015; Springer, 2019; Czaja *et al.*, 2020); sobre todo, cuando se trabaja con grupos altamente diversos como los macro y micro invertebrados acuáticos, los cuales no se suelen considerar en los planes de conservación de fauna, principalmente por falta de información taxonómica y ecológica (Ong *et al.*, 2002; Freitag *et al.*, 2016).

El alto número de especies de fauna acuática reportado para el PNLM nos habla de su importancia como reservorio de biodiversidad que, es alta en todos los grupos taxonómicos (Anexo 1). En comparación con otros importantes humedales y sitios Ramsar de México, y considerando su extensión (6,022 ha), contiene una alta riqueza de fauna acuática. Por ejemplo, el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas, la cual se considera altamente importante en cuanto a diversidad de ictiofauna, y tiene reportadas hasta este momento, 18 especies de peces, y 45 de crustáceos reportados (CONANP, 1999; Álvarez y Villalobos, 2019). Así mismo con la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas Veracruz, la cual posee 120 especies de peces dulceacuícolas, estuarinos y vicarios (de origen marino pero confinadas actualmente en aguas continentales), 117 de reptiles, 45 de anfibios, 90 moluscos (dulceacuícolas, estuarinos y marinos) y 141 de crustáceos (dulceacuícolas, estuarinos y marinos) (CONANP, 2006; Reynoso *et al.*, 2017). Con estos datos hay varios puntos para discutir, el primero es que, en comparación con la extensión (ha), el PNLM que es 13 veces más pequeño que Cuatro Ciénegas presenta una mayor riqueza de peces, una mayor cantidad de anfibios, más de la mitad de los reptiles, una mayor cantidad de crustáceos y un número similar de moluscos (Tabla 5).

Al comparar la riqueza encontrada en el PNLM y compararlo con Los Tuxtlas que es 24 veces más grande, en el PNLM se encontró un tercio de los peces reportados para los Tuxtlas, más de la mitad de los anfibios, casi un tercio de los reptiles, una cantidad mucho menor de moluscos y, en el caso de los crustáceos la cifra conocida es del doble. Estas comparaciones



resaltan la importancia del PNLM como reservorio de fauna acuática, y aunque son zonas con características hidrológicas, geológicas, climáticas y sedimentarias totalmente distintas, posicionan al PNLM como un potencial “hotspot” de biodiversidad en cuanto a fauna acuática (Tabla 5).

Tabla 5. Extensión y número de especies de los principales grupos de fauna acuática del PNLM (presente estudio) y su comparación con lo reportado en otras áreas naturales protegidas: Cuatro Ciénegas (Álvarez y Ojeda, 2019) y Los Tuxtlas (Reynoso *et al.*, 2017).

| | PNLM Chiapas | APFF Cuatro Ciénegas, Coahuila | RB Los Tuxtlas, Veracruz |
|-------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Extensión | 6,425-49-27 ha* | 84,347-47-00 ha | 155,122-46-90 ha |
| Peces | 40 | 18 | 120 |
| Anfibios | 26 | 11 | 45 |
| Reptiles | 36 | 61 | 117 |
| Crustáceos | 73 | 45 | 141 |
| Moluscos | 9 | 13 | 90 |

*CONANP, 2017

Aunque estas comparaciones describan un panorama con alta riqueza de especies, e tiene que considerar que la presencia de las especies dentro de un sitio, aun cuando existan múltiples registros, no es ninguna garantía de su supervivencia a largo plazo, por lo que es importante mantener y propiciar las características del ambiente de las que depende su presencia (Abellán *et al.*, 2007).

Previo a este trabajo, no existía ningún listado de especies de fauna acuática, a pesar de que como se mostró en los resultados se han realizado múltiples investigaciones y se ha mostrado interés en la biodiversidad de la zona desde hace 72 años. El listado de especies que se desarrolló en el presente trabajo representa una aproximación a la realidad de la fauna acuática del PNLM y es relevante simplemente como documentación histórica y actual de lo registrado en esta zona, pero también nos puede proveer de una guía para definir hacia dónde dirigirnos en cuanto a generación de conocimiento, teniendo información de lo que existe ahora, lo que no se ha vuelto a reportar y los grupos de los cuales falta información. Además, se considera que la información taxonómica de una localidad es información base para la planeación y manejo de las áreas naturales protegidas (Coddington *et al.*, 1991). Sin embargo, como menciona Llorente *et al.*, 1994, esta información es poco útil si se encuentra dispersa



en colecciones científicas, artículos, tesis o bases de datos, lo que provoca que su acceso sea sumamente difícil, de aquí la importancia de contar con inventarios que recopilen, evalúen y organicen toda la información con el fin de facilitar su acceso y aplicación.

Los datos revelan que existen diferencias en el esfuerzo de muestreo o investigaciones dentro del PNLM, donde la mayoría de los registros se concentran en aquellos lagos con mayor área. Una explicación es que los lagos más grandes son precisamente los que se encuentran mejor conectados a los poblados cercanos, presentan vías de acceso claras, letreros indicaciones bien definidas. Así mismo, estos lagos al ser los más grandes, representan el atractivo turístico más explotado de la zona, por lo que cuentan con balsas, muelles y otras comodidades que sin duda facilitan el trabajo de campo. Además, se ha reportado una correlación positiva entre el tamaño de un área y su riqueza asociada, por el simple hecho de que suelen ser zonas con mayor capacidad de carga y que, además, en algunos casos, pueden implicar una mayor complejidad ambiental (O'Brien *et al.*, 2004; Bini *et al.*, 2014; Heino *et al.*, 2015) sobre todo en cuencas hidrológicas (Cortes-Guzmán y Alcocer, 2022). Esto último se puede observar en la figura 1, en la que se puede notar que los lagos de mayor tamaño también son los que se encuentran mejor conectados entre sí, representando muchas veces, sobre todo en época de lluvias, un sistema lagunar continuo que podría estar facilitando el constante recambio de especies a lo largo del año y en época de secas representando sitios inundables seguros. De hecho, de acuerdo con el plan de manejo del PNLM, se ha identificado un sistema lagunar continuo conocido como Tepancoapan de 13 km de longitud, el cual está conformado por los lagos San Lorenzo, Bosque Azul Esmeralda y Encantada, este conjunto de lagos se denominaron así ya que en la época de lluvias se llegan a convertir en un continuo que desemboca parcialmente en la Gruta del Arco a través del Río Paso del Soldado (CONANP, 2007). Así mismo, se ha reportado que los lagos pequeños, con dimensiones menores a 10 ha, presentan una tendencia a ser más sensibles y poco resilientes ante la contaminación y la eutrofización (Zhen-Gang, 2007; Almanza-Marroquín *et al.*, 2016), lo que podría contribuir a explicar las diferencias en la riqueza reportada en los lagos de acuerdo con sus dimensiones. Siete lagos presentan dimensiones menores a 10 ha: Agua Tinta, Chaj Chaj, Dos Lagos, Ensueño, Esmeralda, La Encantada y Patianu (Tabla 3) y dos de ellos se encuentran reportados como mesotróficos. Esto puede ser un precedente para



poner especial atención y enfocar los esfuerzos de conservación y prevención de la creciente eutrofización en los sistemas acuáticos, sobre todo en los de menor tamaño.

Además, debido a que la mayoría de la información se ha generado a partir de artículos científicos, que han tenido enfoques distintos con estudios teóricos y prácticos acerca de la dinámica de poblaciones, ecología funcional, conservación y evolución, la información presenta sesgos, ya que las metodologías utilizadas y el esfuerzo de trabajo no ha estado enfocado a registrar la fauna acuática, por lo que ciertos grupos han recibido mayor atención que otros. Por ejemplo, los moluscos de agua dulce se encuentran pobremente representados en el listado, principalmente por falta de información publicada. A pesar de que existen varios registros para el estado de Chiapas, la mayoría se han concentrado en la selva lacandona (Bequaert, 1957; Naranjo-García *et al.*, 2000). De acuerdo con Thompson (2011), el estado de Chiapas cuenta con 87 registros de moluscos terrestres y dulceacuícolas, por lo que este autor lo posiciona como un potencial “hotspot” de diversidad de moluscos. Lamentablemente esta información no se ha podido ampliar ni sostener por la falta de investigación de este grupo en la zona.

En cuanto al análisis histórico, pesar de que la declaración de las lagunas de Montebello como parque nacional se dio en 1959 (CONANP, 2007), los primeros registros de fauna acuática para esta zona datan de por lo menos una década antes, con las expediciones del Dr. Alejandro Villalobos quien reportó y describió los primeros crustáceos de esta zona en 1949 con el ejemplar *Cryphiops (Bithynops) perspicax* (ahora *Macrobrachium perspicax* (Holthuis, 1977)) registrado en el lago Pojoj (CNCR catálogo 277). En 2003 fue declarado sitio Ramsar, un reconocimiento mundial a los humedales debido a su importancia ecológica y biológica (CONANP, 2007). Este decreto y reconocimiento mundial coincide con las fechas en las que aumentaron las investigaciones y, por lo tanto, el número de especies registradas por la zona.

Por otro lado, la zona de las lagunas de Montebello ya estaba habitada y los recursos eran utilizados por los habitantes mexicanos y de origen guatemalteco, que los tenían bajo su cuidado y manejo. A partir de la declaración del parque en 1959 se expropiaron territorios de diferentes propietarios particulares para cumplir con los objetivos del parque, entre los que estaban la conservación de los recursos hídricos y biológicos del país. Parece ser que, debido



a esta serie de acontecimientos, a partir de 1959 aumenta y se incentiva el conocimiento del parque tanto con fines turísticos como de investigación.

Otro momento importante que pudo influenciar la variación histórica de los datos presentados en la figura 2, es el gran incendio forestal ocurrido en 1998 y el denominado “año de fuego”. Historiadores de la zona y reportes de testimonios comentan que fue un gran incendio que duró aproximadamente tres días (Ponce, 2020), junto con una temporada de sequía bastante fuerte y también a uno de los momentos más tensos en la guerra contra los pueblos zapatistas (Bellinghausen, 2008; Galicia-Luna, 2012). Claramente el recurso forestal fue el más afectado, pero se ha mencionado que algunos de los lagos de Montebello se redujeron a tal grado que los pobladores temían que fueran a desaparecer (CONANP, 2007; Galicia-Luna, 2012). Este evento podría también verse reflejado en los años posteriores, donde observamos que a partir del año 1995 hasta el 2011 son años bastante pobres en cuanto a registros.

Debido a que se encontró que claramente existen cuerpos de agua mejor representados en cuanto a la riqueza que otros, en el mapa de redes (Fig. 10) se pudo apreciar que también existe una distribución bastante particular en cuanto a la clasificación taxonómica, Esto es muy importante porque estos resultados nos sugieren un esfuerzo en la generación del conocimiento de la fauna acuática que, si bien no ha sido uniforme a lo largo de todo el PNLM, sí ha sido exhaustivo desde las diferentes ramas y objetos de estudio. Información de fauna acuática recuperada y analizarla en este estudio nos revela que el panorama faunístico de esta zona ha recibido mucha atención a través de estos 72 años, y contiene un número importante de registros, con una cobertura taxonómica amplia. Debido a estos resultados, se pone en duda una de las principales razones por las que se llevó a cabo el presente estudio, donde se planteó una falta de información de la zona, y más bien se reescribe esta aseveración que previamente fue presentada tratando de dejar en mente para el lector que existe información de fauna acuática para el PNLM, pero era necesario reconocerla, recopilarla, ordenarla y presentarla.

Por otro lado, este gráfico de redes también nos ayudó a revelar un claro patrón de distribución de los registros en cuanto a los tipos de cuerpos de agua dentro del parque, ya que si analizamos detalladamente podemos notar que la mayoría de los registros se concentra en los lagos. Mientras que el resto de los cuerpos de agua dentro del PNLM (cenotes, ríos,



cascadas y grutas) presentan menos registros y menor riqueza de taxones. Esta última aportación resulta preocupante, ya que algunos de estos sitios como el Rio Paso del Soldado, La Gruta del Arco, presentan evidencias de eutrofización y no se cuenta con la información para analizar el estado de su comunidad biológica.

De manera general, no se encontró un patrón claro de los organismos por taxones y esto puede deberse a varios factores: 1) estos gráficos están realizados con base en datos históricos por lo que no reflejan la distribución real ni actual de los organismos, si no que reflejan los esfuerzos de investigación en la zona; 2) se ha reportado en otros sitios similares la poca estructuración que puede tener la distribución de la fauna acuática, esto principalmente por las características hidrológicas de cada lago en la cuenca, aquellos lagos que tengan desembocaduras o drenaje con otros sitios, usualmente no presentan los mismos patrones de riqueza y abundancia que un sitio cerrado (Allan y Castillo, 2007).

3) factores geográficos y limnológicos: Calderón *et al.* (2014) dividieron los lagos de Montebello en dos grandes grupos, uno compuesto por lagos de meseta y otros por lagos de montaña, que se encuentran a una mayor altitud que el resto, factores de presión para la distribución de la fauna, sobre todo anfibios, reptiles y peces (Ortiz-Haro, 2017; Ortega-Esquinca, 2000).

4) características geoquímicas y sedimentarias de los lagos: Mora-Palomino *et al.* (2017) y Alcocer *et al.* (2018) discuten una división entre las características geoquímicas de los lagos, donde la porción noroeste, que comprende los lagos Balantetic, Liquidámbar, San Lorenzo y Bosque Azul, presentarían altas concentraciones de sedimentos, sulfatos y cloruros; mientras que el resto, o la porción sur del parque presenta concentraciones de estos elementos más bajas. Hasta ahora no se sabe en qué medida esta heterogeneidad ambiental podría estar determinando los patrones de distribución de los organismos y la estructura de su comunidad, pero sin duda se necesita evaluar estas características con mayor profundidad y relacionarlo con la riqueza y abundancia de todos los grupos.

5) diferencias entre las capacidades de dispersión de los grupos: debido a la diversidad de taxones que se han analizado, no será la misma capacidad de dispersión que tendrá un grupo altamente activo como los dípteros o los Odonatos, que la dispersión de un grupo más pasivo como los moluscos. Para resolver estas dudas se tendría que realizar un trabajo específico de

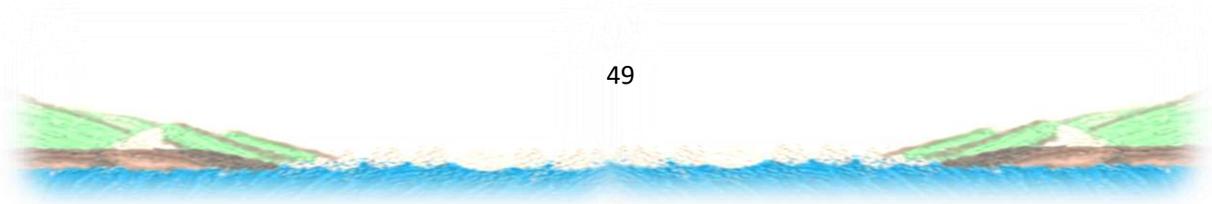


patrones de dispersión por grupo contra las características geohidrológicas de cada sitio. Cortes-Guzmán y Alcocer (2022) reportaron que la distribución de los macroinvertebrados dentro del PNLM no presenta patrones bien definidos, y se ha encontrado en otros grupos altamente abundantes y diversos como el fitoplancton que en algunos casos la estructuración de sus comunidades no responde de manera significativa a ninguna variable abiótica (Nabout *et al.*, 2009), mientras que hay otros grupos como los peces, anfibios y reptiles en los que se encuentra bien definida la influencia de variables como salinidad, oxígeno disuelto, cloruros, sulfatos y clorofila en la estructuración de sus comunidades y en la capacidad de habitar o no ciertos sitios (Ortiz-Haro, 2017; Ortega-Esquinca, 2000; Caballero-Vázquez *et al.*, 2005). Así mismo, se ha reportado una variación temporal altamente fluctuante en la riqueza de los pequeños invertebrados, sobre todo de la entomofauna (Rodríguez-Varela *et al.*, 2015).

6) interacciones bióticas: En este estudio no se integró información acerca de las interacciones bióticas, las cuales también tienen un papel importante en la estructuración de las comunidades acuáticas, sobre todo en sitios con los problemas de eutrofización antes mencionados, donde posiblemente estén ocurriendo dinámicas de regulación bottom up altamente cambiantes en los sitios que por ejemplo se reportan como eutrofizados, y por el contrario en otros sitios con presencia de grandes depredadores como los peces y si son sitios oligotróficos probablemente estén actuando fuerzas top down que regulan la presencia y distribución de los organismos.

Se obtuvo información de apenas la mitad del total de cuerpos de agua dentro del PNLM, sin embargo es notorio que la cantidad de registros son superiores o equiparables a los de otras zonas que se consideran mejor estudiadas (Tabla 5), por lo que se puede esperar que, si se sigue estudiando la zona, el número de registros de fauna acuática podría aumentar considerablemente, tanto en número de registros, número de especies, endemismos y especies nativas, así como nuevas interacciones que aún no han sido reportadas.

Por otro lado, se considera que este avance en el conocimiento refleja un panorama general donde ahora conocemos que hay sitios donde se han reportado mayor cantidad de especies de peces, como por ejemplo Tziscaco y Montebello, que hay especies de crustáceos cavernícolas y endémicos en las grutas y cuevas de la zona, que los anfípodos son una de las especies con la distribución más amplia a lo largo del PNLM y que la especie reportada



Hyalella azteca presenta morfotipos que varían dependiendo del cuerpo de agua donde se encuentren. Debido a esto, este estudio se puede considerar como una fuente de información sistematizada que puede ser una base para la conservación del sitio, al facilitar el desarrollo de estrategias y planes de manejo para la zona (Coddington *et al.*, 1991).

De acuerdo con los reportados por CONANP (2007) y Galicia-Luna (2012), el contexto de las problemáticas de eutrofización de los lagos de Montebello responde a tres principales factores: la descarga de aguas residuales al Río Grande de Comitán, la deforestación debido al avance de la frontera agrícola y el cambio histórico de prácticas agrícolas tradicionales a la implementación de prácticas altamente dependientes de agroquímicos. Se ha documentado ampliamente la relación inversamente proporcional entre la eutrofización de los cuerpos de agua con la biodiversidad asociada (Smith *et al.*, 1999) así como la influencia de las actividades humanas en las fluctuaciones de fósforo y nitrógeno en los ecosistemas (Camargo y Alonso; *et al.*, 2015). Se ha reportado que la presencia o ausencia de ciertos grupos de macro y micro invertebrados dependen altamente de las modificaciones en el paisaje (Cortes-Guzmán *et al.*, 2019; Fernández *et al.*, 2020; Trejo-Albarrán *et al.*, 2022). Por ejemplo, grupos altamente vulnerables como los odonatos, dependen de la calidad visual del cuerpo de agua, así como de la presencia de vegetación acuática para la ovoposición, por lo que un lago eutrofizado probablemente modifique la presencia de grupos tan sensibles como estos, sobre todo en aquellos grupos que dependen de la complejidad ambiental (López-Díaz *et al.*, 2021).

Una de las principales metas de las áreas naturales protegidas es la conservación de la biodiversidad *in situ* (Soberón *et al.*, 1996), por lo que se espera que conserven sobre todo a las especies nativas y endémicas. Afortunadamente, la fauna acuática del PNLM es, en su mayoría, fauna nativa y endémica de la zona, lo que le agrega un valor de conservación al sitio. Por otro lado, no hay que olvidar que un gran porcentaje de las especies del inventario no se encuentran evaluadas, ni en su nivel de importancia ecológica, como especies introducidas o en el estado de su población para ubicarla en una categoría de riesgo. Esto es



un punto muy relevante de discusión, ya que estas especies podrían quedar fuera de los instrumentos políticos de manejo de especies y conservación (García- Aguilar *et al.*, 2017). Por ejemplo, la especie de camarón *Macrobrachium (Cryphiops) luscus* fue recolectada en 1986, en su localidad tipo La Gruta del Arco (Villalobos-Hiriart *et al.*, 1989). Esta especie es solamente conocida de ese sitio y no se ha podido aumentar la información de su distribución ni del estado de su población. Por otro lado, en la actualidad La Gruta del Arco es uno de los sitios que se ha visto impactado por los problemas de eutrofización, visiblemente deteriorado, pero tampoco existen reportes de la calidad del agua. Estos huecos de información dificultan incluir a esta especie en los planes de conservación y manejo, por lo que, actualmente la especie se encuentra prácticamente desaparecida (Mantelatto *et al.*, 2021).

Con los resultados obtenidos en el análisis de distribución del conocimiento y la matriz de correlación de Spearman, se determinó que la distribución de la riqueza de especies tiene una alta correlación con el área de los cuerpos de agua, esto como se mencionó en párrafos anteriores, puede deberse a la cantidad de hábitat disponible, la complejidad ambiental, la ubicación y su conectividad. Pero también dentro de esta ecuación falta abordar uno de los sesgos más importantes dentro de este estudio, la falta de homogeneización en el esfuerzo de muestreo de las fuentes de información consultadas. Al ser una zona que ofrece vistas escénicas sumamente atractivas, los lagos con una mayor área como Tzisco, Montebello, San Lorenzo y San José, son los lagos con mayor afluencia (CONANP, 2007) y por lo tanto son los lagos con caminos más accesibles, mejor señalizados, con opción de renta y paseos en lancha, tiendas de comida, baños y estacionamiento (Barriga-Guijarro, 2017). A pesar de que estos elementos son atractivos para los visitantes con objetivos recreativos, claramente también representan una ventaja para los investigadores que van a trabajar en la zona, ya que facilita la logística del trabajo en campo. Esta situación se cree que puede influir en el número de investigaciones y, por lo tanto, de especies registradas en un cuerpo de agua, por lo que se sugiere que se continúe con el análisis de datos aplicando un método de homogeneización del esfuerzo de muestreo de las fuentes consultadas a través de una comparación de días de muestreo, tiempo de muestreo, sitios visitados, método de colecta y número de personas implicadas. De esta manera, se podría poner a prueba de nuevo el análisis de datos para ver si se mantiene la correlación entre área del cuerpo de agua y número de especies reportadas.



Se encontró, de manera general, una baja similitud en la composición de especies a lo largo del PNLM, resultados que coinciden con lo reportado por otros autores para comunidades de macroinvertebrados (Fierro *et al.*, 2015; Cortés-Guzmán *et al.*, 2019). Resulta imperativo considerar esta baja similitud en la composición de especies a lo largo del PNLM, ya que este resultado implica que la riqueza presente en un sitio difiere, de tal manera a las del resto, que si se pierde algún cuerpo de agua se lleva consigo a toda una comunidad de fauna acuática única (Cortés-Guzmán *et al.*, 2019), además de las múltiples interacciones ecológicas que se dan en ese sitio, afectando de alguna manera la resiliencia y estabilidad de todo el sistema (Martínez-Falcón *et al.*, 2019).

En este caso, los resultados indican la formación de dos grandes grupos dentro del distrito lacustre, formados por cierto grado de similitud en la composición de especies, el primero formado por los lagos principales del parque, y el segundo conformado por los ríos, cenotes, cuevas y cascadas. Esta formación de dos grupos con especies en común podría deberse a la conectividad entre los sitios. Varios lagos principales como Liquidámbar, San Lorenzo, Bosque Azul, La Encantada, Ensueño y Esmeralda son considerados parte de un mismo sistema, el sistema lagunar Tepencoapan (CONANP, 2007). Esta conexión por canales superficiales podría explicar similitud, que si bien es baja (poco más del 30 %) es evidente si la comparamos con el resto de los cuerpos de agua. Se propone que se analice la posibilidad de migraciones, interacciones e intercambio de individuos entre estas zonas aparentemente conectadas, para analizar la posibilidad de la existencia de metapoblaciones, y abordar desde esta línea la fragmentación, conectividad, robustez y el diseño de esta área natural protegida (Herrera, 2011).

Franklin (1993) resaltó la importancia de realizar investigaciones de ecología y conservación a nivel de paisaje y tomando como unidades de estudio a los grandes grupos de taxones. Esto a pesar de que el objetivo a estudiar se encuentre embebido en una matriz semi natural, es decir, que presente zonas modificadas por la acción humana como zonas de agricultura y ganadería. De hecho, la matriz semi natural representa un modelo de conservación más realista y es el más común en América Latina (Franklin, 1993). Autores como Pimentel *et al.* (1992) sugieren que podrían ser las matrices de conservación que contengan, de hecho, mayor productividad y diversidad biológica.



Por otro lado, se ha discutido la relevancia del aumento de los nutrientes en los cuerpos de agua y su afectación en la fauna acuática (Camargo y Alonso, 2007; Barba- Álvarez *et al.*, 2013; Alonso *et al.*, 2014; Bini *et al.*, 2014), por lo que se esperaba encontrar una relación significativa entre la eutrofización de los lagos con la riqueza asociada, pero sorprendentemente no se encontró. Esto puede explicarse por dos principales razones, el factor espacio temporal de la información y la diversidad de taxones con los que se trabajó. En cuanto a la primera posible razón, a pesar de que los problemas de eutrofización en los lagos de Montebello es un problema relativamente reciente, ya que el primer reporte oficial se dio a conocer en el 2003, estudios paleolimnológicos han detectado recientemente que los lagos de Montebello han atravesado etapas de sedimentación y carga de nutrientes variables, es decir que lagos que se consideran eutrofizados en este momento tuvieron picos de eutrofia mucho más altos que los actuales, y que esto podría sugerir que lagos que actualmente se clasifican como mesotróficos u oligotróficos quizás hace 50 años fueron eutróficos y viceversa (Cortes-García, 2017; Mora-Palomino *et al.*, 2017; Sánchez-Guerrero, 2021). Estos cambios en las características de los lagos podrían haber afectado los resultados de este análisis, ya que, si una magnitud de riqueza fue colectada en un tiempo que un lago tenía condiciones mesotróficas, no será definitivamente la misma setenta años después que la encontrada en ese mismo lago. Aunque en este estudio no se haya encontrado una asociación clara, se propone la realización de un estudio a largo plazo en el que se midan de manera constante parámetros fisicoquímicos de algunos lagos y se genere información de riqueza y abundancia asociada. Sobre todo, de concentraciones de fósforo, ya que se ha detectado que, bajos niveles de fósforo total en el agua promueven la vegetación acuática sumergida, lo que aumenta la heterogeneidad ambiental y por lo tanto la riqueza de especies (Dubey *et al.*, 2022). Por lo anterior, se propone la utilización de la medida de fósforo total para evaluar la eutrofización ya que es uno de los principales nutrientes que aporta el uso y lavado de agroquímicos, uno de los principales problemas en esta zona.

Otra variable para considerar es la diversidad de taxones; se ha reportado que existe una diferencia en la tolerancia de condiciones eutróficas dependiendo del grupo de fauna con el que se trabaje (Springer, 2010a). Por ejemplo, se ha reportado que los copépodos calanoides como el género *Diaptomus*, presenta una ventaja competitiva ante condiciones altas en cianobacterias (Richman y Dodson, 1983), mientras que otros como el género *Daphnia* no



se desempeña de manera exitosa bajo estas condiciones (Gliwicz y Lampert 1990), pero tolera bien aguas con niveles bajos de oxígeno (Vásquez *et al.*, 1986). En otros casos como en los anfípodos, se ha documentado su baja tolerancia ante nitratos (Camargo y Alonso, 2007) provenientes principalmente de las actividades humanas (Espinosa *et al.*, 2010).

En el caso de los vertebrados como los peces, también se ha reconocido el papel de la heterogeneidad espacial en cuanto a la riqueza asociada (Benson y Magnuson, 2011), por lo que son múltiples los factores que están influyendo en estos resultados y el alcance de este estudio provee un panorama general de la situación, así como la posibilidad de múltiples líneas de investigación futuras.

Por otro lado, se ha reportado una mayor biodiversidad de macroinvertebrados en sistemas lóticos que en los lénticos (Guareschi, *et al.*, 2012), debido a diferencias en la estructura del hábitat, la oxigenación del agua, la estabilidad del sustrato, el arrastre de nutrientes, así como la vegetación aledaña y sumergida (Allan y Castillo, 2007). En este estudio, la mayor diversidad fue encontrada en los lagos, pero, como se discutió anteriormente, esto refleja más bien el diferencial esfuerzo de investigación y documentación de los sitios. Sin embargo, la mayor cantidad de registros dentro de los sistemas lóticos en el PNLM corresponden a macroinvertebrados. Basados en esta premisa, se propone abordar esta línea de investigación para ampliar la información existente, ayudar a dilucidar las diferencias de composición más específicas entre el tipo de sistemas acuáticos y tener más bases para determinar su nivel de conservación o deterioro.

Cabe resaltar, que las características de los lagos elegidas en este estudio y su relación con la riqueza reportada es un tópico que podría ser retomado en estudios posteriores y ser desarrollados más ampliamente. Por ejemplo, Alcocer *et al.*, 2016 y Alcocer, 2017 reportan datos que sugieren que el sitio Dos Lagos es uno de los pocos lagos meromíticos de México, una categoría de clasificación que se sugirió para este sitio debido a que presenta dos capas de diferente densidad que nunca se mezclan. Estas capas son generadas por diferencias de temperatura, salinidad y una gran profundidad (Alcocer, 2017) y se ha detectado que cuerpos de agua meromíticos presentan, inevitablemente, parámetros químicos y físicos distintos, que afectan los ciclos de nutrientes y la cadena trófica del sistema (Gulati y Zadereev, 2017), por lo que no sería sorprendente que también contara con comunidades biológicas altamente



distintas habitando las capas. Este tipo de información brinda una posibilidad de estudio este lago y de todo el PNLM completamente única, debido a la inevitable relación de la limnología, geología, biogeoquímica y ecología que ocurre en los sistemas acuáticos.

Los lagos clasificados con un valor canónico alto se consideran como sitios con las características potenciales y, de acuerdo con la información documentada, con una comunidad de fauna acuática fuerte. Esto basado en que son sitios que no presentan aun evidencias de eutrofización, cuentan con alta complejidad ambiental asociada al tamaño del lago, una mayor riqueza y un menor número de especies tolerantes. Estas características posicionan a estos lagos como potencialmente más resilientes ante las crecientes perturbaciones antrópicas en el parque, principalmente por dos razones, la primera es que son los lagos mejor estudiados en cuanto a su composición faunística, así como en cuanto a sus características fisicoquímicas, por lo que, al poseer más información de ellos, se facilita su constante monitoreo (Abarca, 2007). Por otro lado, estos lagos presentan en su composición pocas especies consideradas tolerantes a la contaminación, un dato que apoya el estado más conservado de estos sitios (Barba-Álvarez *et al.*, 2013).

En cuanto a los sitios que fueron catalogados por el análisis con valores medios y bajos, se puede considerar que dadas sus características estos sitios son los que deben recibir mayor atención para aumentar el conocimiento taxonómico, ya que presentan evidencias de eutrofización tanto fisicoquímicamente como en la composición de su comunidad biológica. Cabe resaltar que esta clasificación esta únicamente basada en la información disponible hasta el momento, por lo que se sugiere tomarla con cautela y enfocar los esfuerzos de estudio en estos sitios para poder reanalizar los datos y evaluar si realmente su comunidad evidencia las problemáticas ambientales o si solo hacía falta más información de los sitios.

Uno de los principales problemas a los que nos enfrentamos al documentar la biodiversidad de un sitio es determinar qué tanto esfuerzo de muestreo se necesita para acercarse a conocer las especies que habitan un sitio. Con los resultados obtenidos por los estimadores, podemos determinar que el alcance del inventario de fauna acuática para el PNLM presentado en este estudio resultó ser satisfactoriamente cercano a la riqueza del sitio. De acuerdo con el estimador utilizado, el presente inventario logró documentar 75 % de las especies esperadas en los cuerpos de agua que competen a este trabajo.



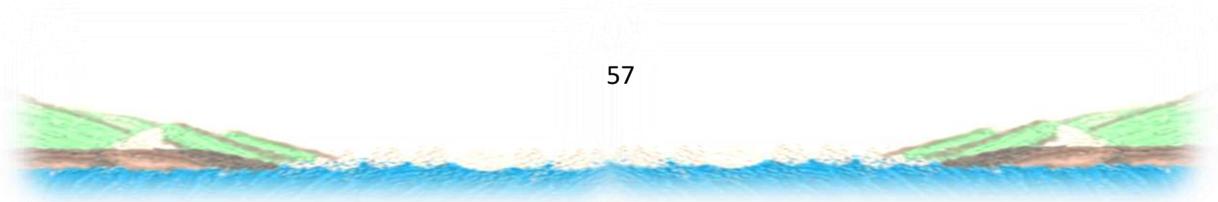
La eficiencia del estimador es menor a los valores de referencia que se sugieren en la literatura que van de un 85 a un 90 % (Esty, 1986; Colwell, 1997; Chao *et al.*, 2000; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), a pesar de esto, podemos considerar que un 75 % de eficacia resulta alentador si discutimos la serie de retos que presentó la obtención de los datos: 1) el uso de fuentes de información está relacionada con el hecho de que los inventarios biológicos suelen estar nutridos de información con características sumamente heterogéneas, tanto en fechas de muestreo, esfuerzo de muestreo, objetivos, temporalidad y localidades, por lo que presentan inevitablemente un sesgo a considerar; 2) diversidad taxonómica: estamos hablando de un inventario de fauna acuática, que engloba grandes grupos de vertebrados, así como macro y micro invertebrados, lo que representa un reto para su estudio, lo que implica la dificultad de homologar un muestreo para todos los grupos; 3) paisaje: el PNLM es una zona extensa y con una heterogeneidad ambiental que dificulta la estandarización de la información y se ha discutido ampliamente los riesgos que implica aplicar este tipo de estimadores en áreas grandes, con mosaicos y gradientes ecológicos (Chazdon *et al.* 1998); 4) temporalidad: estamos considerando una ventana histórica de 72 años de datos, lo cual vuelve más complejos a todos los puntos anteriores ya que el estudio y la generación de la información no fue constante, hay huecos de información de hasta una década y el interés del estudio de la zona ha variado en el tiempo; 5) dinámica de las comunidades: está claro que las comunidades de la fauna acuática en los diferentes lagos no se quedan estáticas, son dinámicas y existen interacciones dentro y entre ellas que modifica la riqueza de manera temporal (Connell, 1961). Así como las perturbaciones (Cunningham *et al.*, 2002) y el factor de la presión antrópica (Fore *et al.*, 1996), que en este caso se ha reportado que si ha tenido una influencia en los lagos de Montebello. Se ha discutido ampliamente la sensibilidad de los estimadores a las características antes mencionadas (Magurran, 2004; López -Gómez y Williams-Liner. 2006; Ramírez y Martínez, 2015) por lo que, se reitera que este análisis, así como los anteriores descritos, van a presentar indiscutibles sesgos, pero resulta una aproximación bastante útil para representar como se ha avanzado en el conocimiento de la fauna acuática en esta zona y evidencia el camino que falta por recorrer. Es decir, la curva de acumulación de especies en este caso funciona únicamente para este contexto y condiciones, al igual que las conclusiones obtenidas.



Los valores de eficiencia por la ecuación de Clench reveló una necesidad de mayores unidades de esfuerzo de muestreo, ya que el lago con mayor número de investigaciones que es Tzisco con 21, aun no alcanzó la asíntota. De acuerdo con los resultados, en el caso de Tzisco y los lagos con dimensiones similares, se necesitaría hacer más de 20 investigaciones para conocer por lo menos el 75 % de las especies; pero cabe resaltar que esta estimación tendrá que ser ajustada con base en la variable del tamaño del cuerpo de agua. Además, que también se reporta que la heterogeneidad ambiental puede tomar un papel importante en cuanto al alcance de eficiencia de las estimaciones (Alfaro y Pizarro-Araya, 2017).

Cabe resaltar, que antes de los trabajos de campo del presente estudio, no se habían realizado estudios sobre la entomofauna acuática del PNLM. Por lo que la mayoría de los registros del inventario de especies pertenecientes a este grupo, así como su distribución en el distrito lacustre, representan el primer avance de este grupo en la zona. Esta información resulta muy importante ya que la presencia de ciertos grupos de entomofauna acuática son importantes fuentes de información acerca del estado de conservación de los cuerpos de agua continentales (Farfán-Beltrán *et al.*, 2023). Además, la diversidad taxonómica y el ensamblaje de las comunidades de los macroinvertebrados también pueden utilizarse para la aplicación de otros métodos de evaluación de los ecosistemas acuáticos, como la generación de un índice biótico o multimétrico, los cuales han demostrado ser altamente funcionales para estimar el estado de ecosistemas lénticos y lóticos que se encuentran bajo presiones antrópicas (Bunn *et al.*, 2010; Springer, 2010a; Alonso-EguíaLis *et al.*, 2014; Duschek *et al.*, 2019; Solano-Ulate *et al.*, 2019; Quesada-Alvarado *et al.*, 2020)

Finalmente, los resultados obtenidos en este estudio representan un primer acercamiento para describir la fauna acuática en el PNLM, pero se considera que se necesita realizar un trabajo que integre el factor social para poder generar resultados aplicables al concepto de socioecosistema. En el mundo real, la conservación de las áreas naturales protegidas y sus recursos no puede ser visualizada sin tomar en cuenta en factor social ya que muchas áreas contienen dentro de su matriz poblaciones humanas que suele ser los principales manejadores de los recursos del área (Dudley *et al.*, 2016). En el PNLM, la conservación del recurso hídrico y su biodiversidad asociada implica llegar a negociaciones y consensos con los intereses de las poblaciones humanas, ya que estas invariablemente necesitan del recurso para



subsistir y desarrollarse. Debido a esto, estos estudios ayudan a generar la información base para priorizar zonas de investigación, monitoreo y, se espera que en un futuro se amplie la información para ayudar en la toma de decisiones, acuerdos y consensos, que nos puedan acercar a equilibrar los intereses de ambos sectores y potenciar el interés y preocupación por la fauna acuática en la zona.



Conclusiones

- El inventario de fauna acuática del PNLM es una herramienta indispensable para la recopilación y organización de la información y se resaltó la importancia del PNLM como reservorio de biodiversidad y potencial hotspot de fauna acuática.
- El PNLM es un sitio altamente estudiado, con 72 años de investigación y una riqueza taxonómica alta.
- La fauna acuática del PNLM presenta un gran porcentaje de especies nativas y endémicas, pero existe un hueco de información importante en cuanto a sus categorías de riesgo y estado de conservación.
- Con los alcances de este estudio, se ha podido recopilar información de poco más de la mitad de los cuerpos de agua que conforman el PNLM, lo que representa un gran avance en el conocimiento de la zona.
- Se necesita priorizar la investigación en los cenotes, ríos, cuevas y cascadas del PNLM ya que son los sitios menos documentados en cuanto a su riqueza y en la literatura se han reportado evidencias de eutrofización.
- Los crustáceos son el grupo de fauna acuática mejor documentado en cuanto a riqueza taxonómica y distribución dentro del PNLM, por lo que se proponen como potenciales bioindicadores para la zona.
- La composición específica dentro del PNLM es altamente heterogénea y se determinó como un reservorio de fauna acuática altamente valioso en su conjunto.
- El inventario biológico del PNLM, debido a los sesgos en la variación del origen de los datos, no proporciona datos suficientes para correlacionar la riqueza de especies con las variables físicas y biológicas de los lagos reportadas en la literatura: área (ha), profundidad (m) y categorías de eutrofización de los lagos.
- La riqueza específica de fauna registrada en el PNLM está altamente relacionada de manera positiva con el área (ha) de los cuerpos de agua.
- Tzisco, Montebello, San Lorenzo, Bosque Azul, Dos Lagos, Cinco Lagos y La Encantada son sitios con mayor área, mayor riqueza del PNLM y menor registros de especies tolerantes y documentadas como oligotróficos, por lo poseen comunidades acuáticas con la capacidad de responder de manera favorable ante perturbaciones.



- Liquidámbar, Yalalush, San José, Agua Tinta y Kichail presentan un bajo conocimiento taxonómico, con documentación bibliográfica de eutrofización y especies tolerantes a la contaminación, por lo que se posicionan como comunidades acuáticas que requieren más investigación y monitoreo.
- Los inventarios biológicos proporcionan una información de riqueza de especies cercana a la realidad, aún con datos provenientes de fuentes de información variables.
- La información obtenida a través de un inventario biológico puede ser utilizada para describir y analizar el conocimiento taxonómico de un área natural protegida, pero se necesita homogeneizar el esfuerzo de muestreo de las fuentes de información para reducir los sesgos.

Referencias Bibliográficas

- Abarca, F.J. (2007). Técnicas para evaluación y monitoreo del estado de humedales y otros ecosistemas acuáticos. En: Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Márquez-Huitzil, R., y L. Zambrano (Eds). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Instituto Nacional de Ecología. 297 p.
- Abellán, P., Sánchez-Fernández, D., Velasco, J., & Millán, A. (2007). Effectiveness of protected area networks in representing freshwater biodiversity: the case of a Mediterranean river basin (south-eastern Spain). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 17(4), 361–374.
- Afifi, A., May, S., & Clark, V. (2011). *Practical multivariate analysis* (8th ed.). CRC Press.
- Alcocer J., Oseguera L., Sánchez G., González C., Martínez J., González R. (2016). Bathymetric and morphometric surveys of the Montebello Lakes, Chiapas. *Journal of Limnology*, 75, 56-65.
- Alcocer, J., Álvarez, F., Caballero, M., Escolero, O., Mora, L y Prado B. (2023) Capítulo 5: Las Causas del Deterioro. En: Alcocer, J., Escolero, O. y Álvarez, F. (Eds.). (2023). *Las “Lagunas de Montebello”. Joyas de la naturaleza amenazadas*. FES Iztacala, UNAM. México.
- Alcocer, J, Merino-Ibarra, M, Oseguera, LA, Escolero, O. (2018). Anthropogenic impacts on tropical karst lakes: “Lagunas de Montebello,” Chiapas. *Ecohydrology*, 11(1).
- Alcocer, J. (2017). Mexican meromictic lakes: what we know so far. In: Gulati, R., Zadereev, E., Degermendzhi, A. (eds) *Ecology of Meromictic Lakes*. Ecological Studies, vol 228. Springer, Cham.
- Alfaro, F. M., y J. Pizarro-Araya. (2017). Estimación de la riqueza de coleópteros epigeos de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Regiones de Atacama y Coquimbo, Chile). *Gayana (Concepción)*, 81(2), 39-51.
- Allan J.D., Castillo M.M. (2007). *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*, 2nd edn. Springer: Dordrecht, the Netherlands.



- Almanza-Marroquín, V., Figueroa, R., Parra, O., Fernández, X., Baeza, C., Yañez, J., & Urrutia, R. (2016). Bases limnológicas para la gestión de los lagos urbanos de Concepción, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(2), 313-326
- Alonso Eguía-Lis, P. E., M. M. Tavares, B. Campbell y M. Springer. (2014). Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Universidad Autónoma de Querétaro; San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 444 p.
- Altuzar Mérida, R. (2002). Informe de actividades realizadas en el viaje de estancia periodo 2002 en el Parque Nacional Lagunas de Montebello. Comitán de Domínguez, Chiapas, México, 14 pp.
- Álvarez, F., Torres, E. & Villalobos, J.L. (2021). New species of crayfish of the genus *Procambarus* Ortmann, 1905, and notes on *Procambarus pilosimanus* (Ortmann, 1906) (Decapoda: Cambaridae) from Chiapas, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92: 11 pp.
- Alvarez, N. F. y Villalobos, J. L. (1998). Six new species from freshwater crabs (Brachyura: Pseudothelphusidae) from Chiapas, México, *Journal of Crustacean Biology*, 181, 187-198.
- Álvarez, N. F., Villalobos, J.L. (2019). Crustaceans from the Cuatro Ciénegas Basin: Diversity, Origin, and Endemism. In: Álvarez, F., Ojeda, M. (eds) Animal Diversity and Biogeography of the Cuatro Ciénegas Basin. Cuatro Ciénegas Basin: An Endangered Hyperdiverse Oasis. *Springer*.
- Álvarez, N.F., Villalobos, J. L., Elias, G. M y Rivera, G. (2011). Crustáceos dulceacuícolas y terrestres de Chiapas. En: Álvarez, N. F. 2011. Chiapas: estudios sobre su diversidad biológica. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Coordinación de Difusión Cultural. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, 209- 296.
- Anzueto, C. M. de J., Velázquez, V. E., Gómez, G. A. E., Quiñones, R. M. y Olson, B. J. (2013). Peces de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México, 139 pp.
- Arencibia, J. R., y A., F. de Moya. (2008). La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la ciencimetría. *Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas (ACIMED)*, 17(4). Ciudad de La Habana, Cuba. 27 pp.
- Aristizábal-García, H. (2016). Hemípteros acuáticos y semiacuáticos del neotrópico. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 984 p.
- Barba-Álvarez, R., Lanza-Espino, G. D., Contreras-Ramos, A., & González-Mora, I. (2013). Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84 (1), 381-383.
- Barriga G. D. E. (2017). Gobernanza del turismo sustentable en áreas naturales protegidas: el caso del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Tesis de Maestría. El Colegio De La Frontera Sur (ECOSUR), 145pp.
- Bellinghausen, H. (2008). “No podrán devolvernos lo que nos quitaron, por mucho que nos den, dicen en Chinkultiuc”, Jornada. Octubre 23.
- Benson, B. J. y J. J. Magnuson. (2011). Spatial Heterogeneity of Littoral Fish Assemblages in Lakes: Relation to Species Diversity and Habitat Structure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 49(7): 1493-1500.



- Bequaert, J. C. (1957). Biological Investigations in the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico: land and freshwater mollusks of the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 115:204–227
- Bilger, M.D., Riva-Murray, Karen, and Wall, G.L., (2005), A checklist of the aquatic invertebrates of the Delaware River Basin, 1990-2000: U.S. *Geological Survey Data Series* 116, 29 p.
- Bini, L. M., Landeiro, V.L., Padial, A.A., Siquiera, T., Heino, J. (2014). Nutrient enrichment is related to two facets of beta diversity for stream invertebrates across the United States. *Ecology*; 95(6):1569-78.
- Bunn, S.E., E.G. Abal, M.J. Smith, S.C. Choy, C.S. Fellows, B.D. Harch, M.J. Kennard, F. Sheldon. (2010). Integration of science and monitoring of river ecosystem health to guide investments in catchment protection and rehabilitation. *Freshwater Biology*, 55, pp. 223-240
- Caballero, M., Mora, L., Muñoz, E., Escolero, O., Bonifaz, R., Ruiz, C y Prado, B. (2020). Anthropogenic influence on the sediment chemistry and diatom assemblages of Balamtetik Lake, Chiapas, Mexico. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 15935–15943.
- Caballero, M., Prado, B., Mora, L., Ruiz Fernández, A. C., Muñoz, E., & Sánchez, W. (2022). Paleoenvironmental record from lake San Lorenzo, Monetbello, Chiapas, Mexico. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*, 38, 41–47.
- Caballero-Vázquez, J. A., H. C. Gamboa-Pérez y J. J. SchmitterSoto. (2005). Composition and spatio-temporal variation of the fish community in the Chacmochuch lagoon system, Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*, 15:215-225
- Calderón, I.D.; Escolero Fuentes, O.; Muñoz Salinas, E.; Castillo Rodríguez, M.; Silva Romo, G. (2014). Cartografía geomorfológica a escala 1:50000 del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas (México). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 66, 263–277.
- Camargo J. A. y A. Alonso. (2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. Asociación española de ecología terrestre. *Revista Ecosistemas*, 16 (2). 98-110 p.
- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. Limnological Research Center. University of Minnesota. Minneapolis, 55455. *Limnology and Oceanography*, 361-368.
- Casas-Andreu, G. y C. J. McCoy. (1987). Anfibios y reptiles de México: claves ilustradas para su identificación. Editorial Limusa. Universidad de Texas, EUA. 87 pp.
- Castillo, M. M., Barba-Álvarez, R. y A. Mayorga. (2017). Riqueza y diversidad de insectos acuáticos en la cuenca del río Usumacinta en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89 (Suplem. 2018): 45 – 64.
- CFE, (2012). Estudio para conocer la calidad del agua de las lagunas de Montebello, Chiapas. Tomo II. *Geohidrología*, México.
- Chao, A., Hwang, W.-H., Chen, Y.-C., & Kuo, C.-Y. (2000). Estimating the number of shared species in two communities. *Statistica Sinica*, 10(1), 227–246.
- Chazdon, R. I.; Colwell, R. K; Denslow, J. S. & Guariguata, M. R. (1998) Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of northeastern Costa Rica. In *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: conceptual background and old world case studies* (ed. F. Dallmeier & J. A Comiskey), pp. 285-309. Paris: Parthenon Publishing.



- Coddington, J. A., Hammond, P., O., S., Robertson, J., Sokolov, V., Stork, N. y Taylor, E. (1991). Monitoring and Inventorying Biodiversity from Genes to Ecosystems. En: O. T. Solbrig (comp.) *From Genes to Ecosystems: a Research Agenda for Biodiversity*. Paris. 83-109 pp.
- Colwell, R. K. (1997). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared from samples. Version 5. Use's Guide and Application published.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Consultado el 03 de febrero del 2022, de <https://www.robertkcolwell.org/pages/1407-estimates>.
- Colwell, R. K. y J. A. Coddington (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. London B, 345: 101-118.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (1999). Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. Secretaria de medio ambiente, recursos naturales y pesca (SEMARNAP), México. 167 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (2000). Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Secretaria de medio ambiente, recursos naturales y pesca (SEMARNAP), México. 222 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (2006). Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. Secretaria de medio ambiente, recursos naturales y pesca (SEMARNAP), México. 295 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), (2007). Programa de conservación y manejo Parque Nacional Lagunas de Montebello, México. Secretaria de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT), México. 196 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2013). La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas, México.
- Connell, J. H. (1961) The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle, *Chthamalus stellatus*. *Ecology* 42, 710- 723.
- Cortés, G. K. (2017). Evaluación paleolimnológica de un lago en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM, 34pp.
- Cortés-Guzmán, D. (2017). Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos profundos de los lagos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Tesis de maestría. Facultad de estudios superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cortés-Guzmán, D. y J. Alcocer. (2022). Turnover Drives High Benthic Macroinvertebrates' Beta Diversity in a Tropical Karstic Lake District. *Diversity*. 14, 259 p.
- Cortés-Guzmán, D., Alcocer, J., & Oseguera, L. A. (2021). Benthic macroinvertebrate communities of three tropical, warm monomictic Mexican lakes. *Limnologica*, 89.
- Cortés-Guzmán, D., J. Alcocer & L.A. Oseguera. (2019). Benthic macroinvertebrate community diversity of Montebello Lakes, Chiapas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90: e902769.
- Cunningham, S. C., Babb, R. D., Jones, T. R., Taubert, B. D. y Vega, R. (2002) Reaction of lizard populations to a catastrophic wildfire in a central Arizona mountain range. *Biology Conservation*, 107, 193-201



- Czaja, A., Meza-Sánchez, I. G., Estrada-Rodríguez, J. L., Romero-Méndez, U., Sáenz-Mata, J., Ávila-Rodríguez, V., Becerra-López, J. L., Estrada-Arellano, J. R., Cardoza-Martínez, G. F., Aguillón-Gutiérrez, D. R., Cordero-Torres, D. G. y Covich, A. P. (2020). The freshwater snails (Mollusca: Gastropoda) of Mexico: updated checklist, endemism hotspots, threats and conservation status. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91, e912909.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (1959). Decreto que declara necesaria y de utilidad pública la creación de un Parque Nacional en la región conocida con el nombre de Lagunas de Montebello, ubicada en Independencia y La Trinitaria, Chiapas.
- Drumm D.T., Knight-Gray J. (2019). A new species of the *Hyaella 'azteca'* complex (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Florida. *Zootaxa*, 15, 4545(1), 93-104.
- Dubey, D., Kumar, S. y Dutta, V. (2022). Impacto del enriquecimiento de nutrientes en la heterogeneidad del hábitat y la riqueza de especies de macrófitos acuáticos: evidencia de lagos tropicales de agua dulce de la llanura central del Ganges, India. En t. J. *Medio Ambiente Ciencia Tecnología*, 19, 5529–5546
- Dudley, N., Harrison, I. J., Kettunen, M., Madgwick, J., & Mauerhofer, V. (2016). Natural solutions for water management of the future: freshwater protected areas at the 6th World Parks Congress. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26, 121–132.
- Dupas, R., Delmas, M., Dorioz, Jean-Marcel, Garnier, J., Moatar, F., Gascuel-Oudou, C. (2015). Assessing the impact of agricultural pressures on N and P loads and eutrophication risk, *Ecological Indicators*, 48, 396-407.
- Durán-Calderón I., Escolero O., Muñoz Salinas E., Castillo Rodríguez M., Silva Romo G., (2014) Carta geomorfológica a escala 1:50,000 del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas (México): *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 66(2), 263-277.
- Duschek, Verena & Springer, Monika & Niedrist, Georg & Füreder, L. (2019). Macroinvertebrates as indicators in tropical streams with different land use in southern Costa Rica. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien*. 156. 99-113.
- Echeverría-Galindo, P. G., Pérez, L., Correa-Metrio, A., Avendaño, C. E., Moguel, B., Brenner, M., Cohuo, S., Macario, L., Caballero, M., y Schwalb, A. (2019). Tropical freshwater ostracodes as environmental indicators across an altitude gradient in Guatemala and México. *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 1037-1058.
- Espinosa G. A. C., Aguilar, M. M. J. y Mazari H. (2010). Calidad, una limitante más para la disponibilidad del agua, 26-54. En: Aguilar, I. A. 2010. Calidad del agua un enfoque multidisciplinario. México.
- Espinosa, H., Gaspar-Dillanes Ma. T. y Fuentes M., P. (1993). Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos. Listados Faunísticos de México III. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 149 pp.
- Espinosa-Méndez, S. E., Enríquez, P. L., Pineda-Diez de Bonilla, E., Vandame, R. (2020). Diversidad y composición de aves del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 36, 1–16.
- Espinosa-Pérez H., X. Valencia-Díaz y R. Rodiles-Hernández. (2011). Peces dulceacuícolas de Chiapas. En: Álvarez N. F. 2011. Chiapas: estudios sobre su diversidad biológica. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Coordinación de Difusión Cultural. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial. páginas 401-457.



- Esty, W. (1986). The Efficiency of Good's Nonparametric Coverage Estimator. *The Annals of Statistics*. 14, 1257-12
- Farfán-Beltrán, M. E., Arellano-Aguilar, O. & Córdoba-Aguilar, A. (2023). Understanding the impact of physico-chemical parameters on aquatic invertebrates in Lake Chalco, Mexico City. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 94. e944846.
- Fernández R., L. A. Oseguera y J. Alcocer. (2020). Zooplankton biodiversity in tropical karst lakes of southeast México, Chiapas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91: e913184.
- Fernández, R., Alcocer, J. y Oseguera L.A. (2022). Microcrustacean (Cladocera and copepoda) assemblages of a tropical karst lake district. *Diversity*, 14, 564.
- Fernández, R., Alcocer, J., & Oseguera, L. A. (2021). Microcystins presence threatens the ecosystem health of atropical National Park: Lagunas de Montebello, Chiapas. *Brazilian Journal of Botany*, 44(1), 207–212.
- Fierro, P., Bertrán, C., Mercado, M., Peña-Cortés, F., Tapia, J., Hauenstein, E., Caputo, L., Vargas-Chacoff, L. (2015). Landscape composition as a determinant of diversity and functional feeding groups of aquatic macroinvertebrates in southern rivers of the Araucanía, Chile. *Latin American Journal Aquatic Research*.;43(1): 186-200.
- Fore, I. S., Karr, J. R. & Wisseman, R. W. (1996) Assessing invertebrate responses to human activities: evaluating alternative approaches. *Journal of the North American Benthological Society*. 15, 212-231.
- Franklin, J.F. (1993), Preserving Biodiversity: Species, Ecosystems, or Landscapes?. *Ecological Applications*, 3: 202-205.
- Freitag, H., M. A. Jäch y G. Wewalka. (2016). Diversity of aquatic and riparian Coleoptera of the Philippines: checklist, state of knowledge, priorities for future research and conservation, *Aquatic Insects*, 37:3, 177-213
- Galicia, L. V. J. (2012). Cambio de color en las Lagunas de Montebello: las atonalidades de una problemática tonal. Tesis de licenciatura. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Michoacán, México.
- García-Aguilar, M. C., Luevano-Esparza, J y De La Cueva, H. (2017). La fauna nativa de México en riesgo y la NOM-059: ¿Están todos los que son y son todos los que están? *Acta Zoológica Mexicana*. 33(2): 188-198.
- Gliwicz, Z. M., and W. Lampert. (1990). Food thresholds in Daphnia species in the absence and presence of filaments. *Ecology* 71: 691–702.
- Gómez, M. R. F. (2020). Peces de la familia Cichlidae de Chiapas y clave dicotómica para su determinación. Tesis para obtener el título de licenciado en Biología. Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 144 pp.
- Gómez-Tolosa, M.L.; Mendoza-Cuenca, L.F.; Rioja-Paradela, T.M.; Espinoza-Medinilla, E.E.; Alonso-Eguía, P.E.; Rivera-Velázquez, G.; Penagos-García, F.E.; Pérez-Munguía, R.M.; Ortega-Salas, H.; Gómez-Cristiani, M.; Gómez-Gutiérrez, R.B. (2015). Odonata (Insecta) de tres cuencas en la costa de Chiapas: lista de especies y registro nuevo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*., 86(1): 1-7.
- Guadarrama-Hernández, S., Alcocer, J., Ardiles, V., Gaytán, C. A. y Oseguera, E. (2015). Estudio preliminar de la comunidad bentónica de los Lagos de Montebello, Chiapas, México. En: Alcocer, J., Merino-



- Ibarra, M. y Escobar-Briones, E. (Eds.) Tendencias de Investigación en Limnología Tropical Perspectivas Universitarias en Latinoamérica. 223-229 p.
- Guareschi, S. D.T. Bilton, J. Velasco, A. Millán, P. Abellán. (2015). How well do protected area networks support taxonomic and functional diversity in non-target taxa? The case of Iberian freshwaters, *Biological Conservation*. 187, 134-144.
- Guareschi, S., Gutiérrez-Cánovas, C., Picazo, F., Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Velasco, J., & Millán, A. (2012). Aquatic macroinvertebrate biodiversity: patterns and surrogates in mountainous Spanish national parks. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22(5), 598–615. doi:10.1002/aqc.2256
- Gulati, R. y Zadereev, E. (2017). Chapter 13 Conclusion: Ecology of Meromictic Lakes. En: Gulati, R., Zadereev, E. y Degermendzhi, A.G. 2017. Ecology of meromictic lakes. In *Ecological Studies 228*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
- Gutiérrez-Aguirre, M. y Cervantes-Martínez, A. (2013). Diversity of freshwater copepods (Maxillopoda: Copepoda: Calanoida, Cyclopoida) from Chiapas, Mexico with a description of *Mastigodiptomus suarezmoralesi* sp. nov. *Journal of Natural History*. 47(5-12)
- Hanson, P., Springer, M. y A. Ramírez (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de biología tropical*. 58. 3-37.
- Heckman, C. W. (2011). *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Hemiptera – Heteroptera: illustrated keys to known families, genera, and species in South America*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York, Springer.
- Heino, J.; Melo, A.S.; Siqueira, T.; Soinen, J.; Valanko, S.; Bini, L.M. (2015). Metacommunity organization, spatial extent and dispersal in aquatic systems: Patterns, processes, and prospects. *Freshwater Biology*. 60, 845–869.
- Herrera, F. (2013). Estado del conocimiento y catálogo de la familia Naucoridae (Insecta: Heteroptera) en Centroamérica. *Dugesiana* 20(2): 221- 232.
- Herrera, J.M. (2011). El papel de la matriz en el mantenimiento de la biodiversidad en hábitats fragmentados. De la teoría ecológica al desarrollo de estrategias de conservación. *Ecosistemas*, 20 (2-3), 21-34 pp.
- Holthuis, L.B. (1973). *Bythinops luscus*, A new genus and species of cavernicolous shrimps from Mexico (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). In: *Subterranean fauna of Mexico. Part II. Quaderni Accademia Nazionale dei Lincei*, 171, 135–142.
- Holthuis, L. B. (1977). Cave shrimps (Crustacea, Decapoda, Natantia) from Mexico. In: *Subterranean fauna of Mexico. Part III, Quaderni Accademia Nazionale dei Lincei*, 171, 173–195
- Holthuis, L.B. (1993). The recent genera of the Caridean and Stenopodidean shrimps (Crustacea, Decapoda): with an appendix on the order Amphionidacea. Leiden, Nationaal Natuurhistorisch Museum, 336 pp.
- Hortal, J. y J. M. Lobo. (2002). Una metodología para predecir la distribución espacial de la diversidad biológica. *Ecología* (n.s.), 16: 151-178.
- Horton, H. y Hobbs, Jr. (1974). *Synopsis of the Families and Genera of Crayfishes (Crustacea: Decapoda)*. *Smithsonian Institution Press*. Washington. 32 pp.
- Horvath, A., R. Vidal-López y R. Sarmiento-Aguilar. (2001). Mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Montebello Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5: 6-26.



- Jiménez, S. E. (2019). Ecología de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de nueve lagos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. Vol. 8, 31-XII. 151 – 161 pp.
- Kratzer C, Brezonik P. (1981). A Carlson type trophic state index for nitrogen in Florida lakes. *Water Resources Bulletin*, 17: 713 -715
- Lamothe-Argumedo R., G. Pérez-Ponce de León y L. García Prieto. (2003). Actualización y depuración de las bases de datos de la Colección Nacional de Helmintos: P085 y Q028. Colección CNHE. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyectos U007, Q028 y P085. México, D. F.
- Llorente, B. J., Luna, V. I., Soberón, M. J. y Bojórquez, T. L. (1994). Biodiversidad su inventario y conservación: teoría y práctica en la taxonomía alfa contemporánea. En B. J. Llorente e y I. Luna (Eds.), *Taxonomía biológica*. (pp. 507–521). México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Lobo, J. M. y Martín-Piera, F. (2002). Searching for a predictive model for Iberian dung beetle species richness based on spatial and environmental variables. *Conservation Biology* 16: 158-173.
- López-Díaz, J. A., Gómez, B., González-Soriano, E., & Gómez-Tolosa, M. (2021). Odonata (Insecta) como indicador de la calidad ambiental en humedales de montaña neotropicales. *Acta Zoológica Mexicana* (N.S.), 37(1), 1–17.
- López-Gómez, A. M., & Williams-Linera, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (78), 7-15.
- Lozano, V. M. L. y García, R. M. E. (2016). Estudio Taxonómico Distribucional de los Peces del Estado de Chiapas, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. JF057. México D. F.
- Lozano-Vilano, M. L. y S. Contreras-Balderas. (1987). Lista zoogeográfica y ecológica de la ictiofauna continental de Chiapas, México. *The Southwestern Naturalist* 32 (2): 223-236
- Maffi, L. y Woodley, E. (2010). *Biocultural Diversity Conservation: A Global Source*. Londres: Earthscan.
- Magurran, E. A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. 72-130.
- Maldonado, I., O. A., Chávez, D. R. M., y Bravo, O., M. L. (2020). Áreas naturales protegidas y participación social en América Latina: problemas y estrategias para lograr la integración comunitaria. región y sociedad, 1-24.
- Mantelatto, F.L., Pileggi, L.G., Pantaleao, J.A.F., Magalhaes, C., Villalobos, J.L., Álvarez, F. (2021). Multigene phylogeny and taxonomic revision of American shrimps of the genus *Cryphiops* Dana, 1852 (Decapoda, Palaemonidae) implies a proposal for reversal of precedence with *Macrobrachium* Spence Bate, 1868. *Zookeys* 1047: 155–198
- Marrón, B. A. (2017). Estudio comparativo del complejo *Hyalella azteca* (De Saussure, 1858) En tres estados de México: Ciudad de México, Veracruz y Quintana Roo. Tesis para obtener el grado de Maestra en ciencias. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Biología Marina. Universidad Nacional Autónoma de México. 139 pp.



- Martínez-Falcón, A., Martínez-Adriano, C. & Dáttilo, W. (2019). Redes complejas como herramientas para estudiar la diversidad de las interacciones ecológicas. Capítulo 12, 265-284 pp. En: Moreno, O. C. E. 2019. La biodiversidad en un mundo cambiante. Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Primera Edición. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex.
- Maya, García, E. E. (2017). Estimación del estado trófico de 18 lagos del Parque Nacional “Lagunas de Montebello”, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 36 pp.
- Melo G., C., & Cervantes B., J. (1986). Propuestas para el programa integral de manejo y desarrollo del parque nacional Lagunas de Montebello. *Investigaciones Geográficas*, (16), 9-31.
- Mendelson, J. R (1997). A New Species of Toad (Anura: Bufonidae) from Oaxaca, Mexico with Comments on the Status of *Bufo cavifrons* and *Bufo cristatus*. *Herpetologica*, 53(2). 268-286.
- Merritt R.W., Cummins, K. W. y Berg, M.B. (2019). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Fifth edition. Kendall Hunt Publishing Company. USA. 1480 pp.
- Miller, R. R. (2009). Peces dulceacuícolas de México. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, Ciudad de México, México. 180 pp.
- Mora-Palomino L., García, L. A., Ramos, Y. R., Bonifaz, R., Escoler, O. (2017). Description of chemical changes in a large karstic system: Montebello, México. *Procedia Earth and Planetary Sciences* 17: 829-832.
- Morcillo, F. (2004). El género *Profundulus* Hubbs, 1924 (Actinopterygii: Profundulidae): Sistemática, filogenia y biogeografía. 202 pp.
- Moreno, C. E. y G. Halfpeter. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*., 37: 149-158.
- Moreno, F. D. P., Quintero, M. J. y López, C. A. (2010). Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. *Contactos*, 78, 25-33.
- Moreno-Arbeláez, D. P. y Ramírez-Restrepo, J. J. (2010). Variación temporal de la condición trófica del lago del Parque Norte, Medellín (Antioquia), Colombia, *Actualidades Biológicas*, 32(92), pp. 75–87.
- Morón, M.A. & R. Terrón. (1988). Entomología Práctica. Instituto de Ecología A.C. Sociedad Mexicana de Entomología, México.
- Muñoz-Alonso, L. A., N. López-León, A. Hórvath y Luna R. R. (2013). Los anfibios. Capítulo 8. pp. 305-318. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas, México.
- Nabout, J., Siqueira, T., Bini, L. y Nogueira, I. (2009). No evidence for environmental and spatial processes in structuring phytoplankton communities. *Acta Oecologica*, 35. 720-726.
- Naranjo-García, E., O. J. Polaco, & T. A. Pearce. (2000). A new genus and species of semi-slug from southern Chiapas, Mexico. *Archiv für Molluskenkunde*, 128:153–161.
- Novelo-Gutiérrez, R. (2005). The larva of *Enallagma novaehispaniae* Calvert, 1902 (Odonata: Zygoptera: Coenagrionidae). *Folia Entomologica Mexicana*, 44(2): 219-224
- O'Brien, W. J., M. Barfield, N. D. Bettez, G. M. Gettel, M. E. McDonald, M. C. Miller, H. Mooers, J. Pastor, C. Richards, and J. Schuldt. (2004). Physical, chemical, and biotic effects on arctic zooplankton communities and diversity. *Limnology and Oceanography*, 49:1250–1261



- Ong, P.S., Afuang, L.E., and Rosell-Ambal, R.G. (2002). Philippine Biodiversity Conservation Priorities: A Second Iteration of the National Biodiversity Strategy and Action Plan, Quezon City: Department of Environment and Natural Resources – Protected Areas and Wildlife Bureau, Conservation International Philippines, Biodiversity Conservation Program University of the Philippines Center for Integrative and Development Studies, Foundation for the Philippine Environment.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1997). Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55). GEMS/Water Collaborating Centre, Burlington, Canadá. Recuperado el 30 de mayo del 2022, de <https://www.fao.org/3/W2598S/w2598s00.htm#Contents>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), (2011). La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones Guía práctica. Recuperado el 30 de mayo del 2022, de <https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>.
- Ortega, E. J. (2000). Análisis herpetofaunístico en diferentes tipos de hábitats en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Tesis para obtener el grado de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Ortiz, H. G. A. (2017). Cambios en la estructura de la comunidad ictica a lo largo de un gradiente de perturbación ambiental, en el rio grande de Comitán, Chiapas. Tesis para obtener el grado de Maestría, Instituto de Biología, UNAM.
- Palacios-Vargas, J. G., Cortés-Guzmán, D. y J. Alcocer. (2018). Springtails (Collembola, Hexapoda) from Montebello Lakes, Chiapas, México, *Inland Waters*.
- Pimentel, D., U. Stachow, D. A. Takacs, H. W. Brubaker, A. R. Dumas, J. J. Meaney, J. A. S. O'Neil, D. E. Onsi, D. B. Corzilius (1992). Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *BioScience* 42:354-262.
- Pineda, R., Pérez-Munguía, R. M., Mathuriau, C., Villalobos, J. L., Álvarez, R. B., Bernal, T. y Barba, E. (2017). Protocolo de muestreo de macroinvertebrados en aguas continentales para la aplicación de la Norma de Caudal Ecológico (NMX-AA-159SCFI-2012). Programa Nacional de Reservas de Agua.
- Ponce C. L. P., Álvarez G. G. del C., Vera C. G., Rodríguez F. I., Rodríguez T. D. A. y Villanueva D. J. (2020). El nacimiento de los “Sin fuego”: caso Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Nova scientia*, 12(25).
- Quesada-Alvarado, F., Umaña, V. G., Springer, M. y Barboza, J. (2020). Classification of aquatic macroinvertebrates in flow categories for the adjustment of the LIFE Index to Costa Rican rivers. *Ecohydrology & Hydrobiology*.
- Ramírez, A. (2010). Capítulo 2: Métodos de recolección. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4), 41-50.
- Ramírez, J. y H. Alcaráz. (2002). Dinámica de la Producción Primaria Fitoplanctónica en un Sistema Eutrófico Tropical: Laguna del Parque Norte, Medellín, Colombia. *Caldasia*. Vol. 24. pp.411-423.
- Ramírez, M. J. y Martínez, F. G. (2015). Comparación de estimadores no paramétricos frente a los paramétricos para la función de confiabilidad. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*. 15(2). 15-24
- Revista de Biología Tropical, 67(2) Suplemento, S200-S211.
- Reyes, De la Rosa, K. (2019). Diagnóstico Ambiental de la Laguna la Encantada perteneciente al Parque Nacional Lagunas de Montebello. Informe Técnico de Residencia Profesional. Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 64 pp.



- Reynoso, V. H., Coates, R. I. y M. L. Vázquez Cruz (eds.). (2017). Avances y Perspectivas en la Investigación de los Bosques Tropicales y sus Alrededores: la Región de Los Tuxtlas. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Richman, S., and S. I. Dodson. (1983). The effect of food quality on feeding and respiration by *Daphnia* and *Diaptomus*. *Limnology and Oceanography* 28: 948–956.
- Rodiles-Hernández R., A. A. González Díaz y C. Chan-Sala. (2005). Lista de Peces Continentales de Chiapas, México. *Hidrobiologica*, 15 (2 Especial): 245-253.
- Rodríguez-Varela A. C., Cruz-Gómez A., Fonseca-Romero M. A. y Grimaldo-Bahena A. L. (2015). Ecología del zoobentos en la presa Xhimojay, Estado de México, México. Tendencias de Investigación en Limnología Tropical. Sección 4. *Biodiversidad acuática*, 253-268.
- Sánchez W. (2021). Estudio paleolimnológico con diatomeas, amebas testadas y ostrácodos en el lago San Lorenzo, Chiapas. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Santos, J. C. y F. G. Wilson. (2021). Measuring Arthropod Biodiversity: A Handbook of Sampling Methods. Springer Nature Switzerland AG. Switzerland. 3-13 pp.
- Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT). (2019). Agroecología, repuesta para recuperar la soberanía de los pueblos a decidir qué, cómo y para quién producir. Portal del gobierno de México. Recuperado el 30 de mayo del 2022, de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/monocultivos-agricolas-y-ganaderos-incompatibles-con-el-entorno-social>.
- Smith, V.H., Tilman, G.D. y J.C. Nekola. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems, *Environmental Pollution*. 100 (1–3), 179-196.
- Soberon, J. y J. Llorente. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*., 7: 480-488
- Soberón, J., Ezcurra, E. y Larson, J. (1996). Áreas protegidas y conservación in situ de la biodiversidad en México. *Gaceta Ecológica*, INE-SEMARNAP, México. 41: 1-13.
- Solano-Ulate, D., Avilés, L., Bermúdez, J., Campos, A. P., Echeverría, S., Jiménez, A., Poltronieri, S., Quesada-Alvarado, F., Springer, M. (2019). Monitoreo de la calidad biológica del agua de las cuencas de la región caribe por medio del uso de macroinvertebrados. Summary report of the symposium: The southern caribbean of Costa Rica: Biodiversity, environmental health, protection and challenges in a Little studied región. 27-62.
- Sosa -Aranda, N. (2014). Comparación de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del Parque Nacional Lagunas de Montebello. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. 61p.
- Sosa-Aranda, I. & Zambrano. (2019). Relationship between turbidity and the benthic community in the preserved Montebello Lakes in Chiapas, México. *Marine and Freshwater Research*. 71.
- Springer, M. (2004). Primer listado de insectos acuáticos de la Isla de Caño, Costa Rica. *Brenesia*. 62. 97-98.
- Springer, M. (2010a). Capítulo 3: Biomonitorio acuático. *Revista de Biología Tropical*, 58 (Suppl. 4), 53-59.
- Springer, M. (2010b). Trichoptera. Capítulo 7. *Revista de Biología Tropical*. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 58 (4): 151-198.



- Springer, M. (2019). La colección de Entomología Acuática del Museo de Zoología, Universidad de Costa Rica: lista actualizada de géneros, importancia y retos futuros. *Revista de Biología Tropical*, 67(2) Suplemento, S200-S211.
- StatSoft, Inc. (2011) STATISTICA (Data Analysis Software System), Version 10. <http://www.statsoft.com>
- Thompson, F. G. (2011). An annotated checklist and bibliography of the land and freshwater snails of Mexico and Central America. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History*. 50:1-299.
- Trejo-Albarrán, R., Martínez-Zavala, A., Granados-Ramírez, J. G., Gómez-Márquez, J. L. & Trujillo-Jiménez, P. (2022). Variación del zooplancton en dos lagos urbanos ubicados en parques recreativos en el estado de Morelos, México. Vol. 32. 1-16 pp.
- Valdez, Ortega, A. (2015). Política ambiental, pago por servicios ambientales y acciones tempranas de REDD+ en el territorio del Pueblo Chuj Parque Ejidal Tziscaco, Selva Fronteriza, Chiapas. Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano (CECCAM). 32-64.
- Vargas-Sánchez, M., Alcocer J. y Oseguera, L. A. (2021). Seston and eutrophication on a tropical karst lake district: Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Limnetica*, 41(2).
- Vásquez, M. A. y E. Méndez. (1994). Aspectos generales de la región: Lagos de Montebello. Reporte del trabajo para el curso de conservación de naturaleza y recursos naturales, Maestría en Ciencias: Recursos Naturales y Desarrollo Rural, ECOSUR Chiapas. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 109 pp.
- Vázquez, A., Solís, E., Macedo, N., & Rosas, I. (1986). Influencia de la calidad del agua sobre la ocurrencia de *Daphnia pulex* en la presa José Antonio Alzate y algunos aspectos de su pesquería. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 2(1),39-56.
- Velázquez O.K., Suarez, M. E. y Ayón, P. A. (2021). Catálogo de los copépodos (Crustacea: Copepoda: Calanoida y Cyclopoida) de cuerpos de agua temporales de Jalisco, México. Taxonomía y distribución. Chetumal, Quintana Roo, México: El Colegio de la Frontera Sur. 136 p.
- Velázquez- Velázquez, E., Domínguez-Ruiz, E., Domínguez-Cisneros, S.E., Hernández, S. J. C. y Rodríguez, M, R. K. (2007). Monografía de *Profundulus hildebrandi* Miller, 1950, pez endémico de Chiapas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México, 31 pp.
- Velázquez- Velázquez, E., López, V. J. M. y Ruiz, V. J. C. (2010). Peces de la reserva ecológica “El Canelar” Chiapas, México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 55 pp.
- Vera-Franco, M. N., Hernández-Victoria P. P., Alcocer, J., Ardiles-Gloria, V. y Oseguera L. A. (2015). Concentración y distribución vertical de la clorofila-a fitoplanctónica en los lagos de Montebello, Chiapas. En: Alcocer, J., M. Merino-Ibarra, E. Escobar-Briones. (Editores). 2015. Tendencias de investigación en Limnología tropical: Perspectivas universitarias en Latinoamérica. Asociación Mexicana de Limnología, A.C., Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.
- Villalobos, A. (1955). Crayfishes of Mexico (Crustacea: Decapoda). Cambarinos de la fauna mexicana (Crustacea: Dacapoda). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Published for the Smithsonian Institution Libraries, Washington D.C, 180 pp.
- Villalobos, H. J. L., Nates, R. J. c. y A. C. B. Diaz. (1989). Revisión de los géneros *Cryphiops* Dana, 1852 y *Bithynops* Holthuis, 1973, de la familia Palaemonidae (Crustacea, Decapoda), y descripción de una



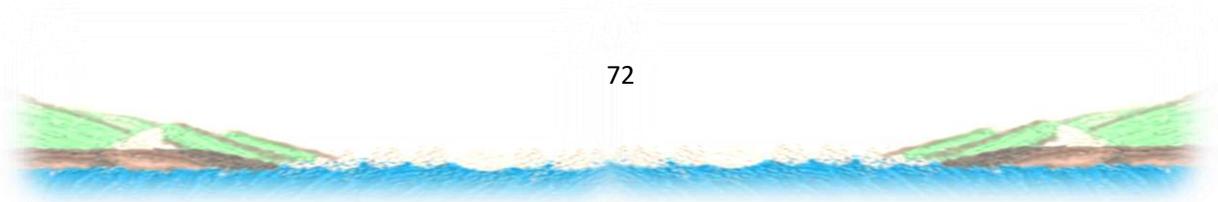
especie nueva para el estado de Chiapas, México. *Anales de Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 60 (2): 159-184.

Villalpando A. L. B. (2015). Uso de percepción remota para la estimación del índice trófico de las lagunas del Parque Nacional Lagunas de Montebello. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Villareal, H. M., Álvarez, S., Córdoba, F., Escobar, G., Fagua, F., Gast, H., Mendoza, M., Ospina y A. M. Umaña. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos. Alexander Van Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Zhen-Gang, J. (2007). Hydrodynamics and water quality: modeling rivers, lakes, and estuaries. *Wiley & Sons*, New Jersey, 557 pp.

Zimmer, A., Araujo, P.B. y G. Bond-Buckup. (2009). Diversity and arrangement of the cuticular structures of *Hyaella* (Crustacea: Amphipoda: Dogielinotidae) and their use in taxonomy. *Zoología*, 26(1): 127-142.



Anexo 1

Listado de especies de fauna acuática registrada para el PNLM. La X indica la presencia de la especie en los diferentes lagos del PNLM. El número que acompaña a la X indica la referencia de la cual se obtuvo la información, estas pueden ser consultadas en el anexo 2. Aquellos renglones sombreados señalan las especies cuya presencia se generaliza dentro del PNLM, pero no se especifica dentro de la referencia el o los cuerpos de agua de su distribución.

| Clase | Orden | Familia | Especie | LI | SL | CH | BL | BA | EC | ES | EN | AT | SJ | MB | CL | PO | KI | TZ | PA | YA | DL | LA | LM | YN | GA | CU | CZ | CA | CP | CT | TR | RP | CC | AK | | | | |
|-------------------------------|--------------|-----------|--------------------------------|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|--|--|-----|--|
| Actinopterygii | Cichliformes | Cichlidae | <i>Theraps intermedius</i> | | X47 | | | | | | | | | X13 | | | | X10 | | | | X14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <i>Theraps irregularis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | X13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <i>Theraps lentiginosus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | X13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <i>Trichromis salvini</i> | | | | | | | | | | | | | X10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <i>Thorichthys meeki</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X46 | |
| | | | <i>Oreochromis aureus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X71 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <i>Oreochromis niloticus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | X40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <i>Oreochromis mossambicus</i> | | | | | | | | | | | | | | X10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <i>Oscura heterospila</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <i>Cichlasoma hartwegi</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X59 | |
| <i>Cichlasoma intermedium</i> | | X60 | | | | | | | X60 | | | | | X57 | X40 | X40 | | | X43 | | | X58 | | | | | | | | | | X59 | X13 | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| | <i>Petenia splendida</i> | | X49 | | | | | | |
| | <i>Profundulus punctatus</i> | | X13 | | | | | | X13 |
| Profundulidae | <i>Tlaloc labialis</i> | | X13 | | | X58 | | X52 | X13 |
| | <i>Tlaloc candalarius</i> | | X13 | X57 | X13 | | | XB | X46 |
| | <i>Tlaloc hildebrandi</i> | | | | X71 | | | | |
| | <i>Poecilia sphenops</i> | | X13 | | | | XC | | X13 |
| | <i>Poecilia latipunctata</i> | | | | X1 | | | | |
| Cyprinodontiformes | <i>Poecilia mexicana</i> | JLS | X49 | | X10 | | XB | | X8 |
| | <i>Poecilia reticulata</i> | | | | | | | | X8 |
| | <i>Poecilia sp.</i> | | | | | | XC | | |
| | <i>Poeciliopsis sp.</i> | JLS | | | | | XC | XC | |
| | <i>Poeciliopsis pleurospilus</i> | | X13 | | | | | | X13 |
| | <i>Poeciliopsis fasciata</i> | | | X60 | | | | | X13 |
| | <i>Poeciliopsis gracilis</i> | | | X60 | | X10 | XC | | X46 |
| | <i>Poeciliopsis hmilickai</i> | | X60 | X13 | X10 | X41 | | | X13 |
| | <i>Xenodexia ctenolepis</i> | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | <i>Incilius campbelli</i> | | | X40 | | | | | | |
| | <i>Rana forreri</i> | | | | | | | | XC | |
| | <i>Rana brownorum</i> | X43 | X43 | X52 | X40 | X50 | X43 | | X52 | |
| Ranidae | <i>Rana vaillanti</i> | | | | X14 | | | | | X69 |
| | <i>Rana pipiens</i> | | | | X43 | | | | | |
| | <i>Rana berlandieri</i> | | X55 | | | X50 | | | | |
| | <i>Craugastor rugulosus</i> | | | | X14 | | | | | |
| Craugastoridae | <i>Craugastor amniscola</i> | | | | | | X12 | | | |
| | <i>Craugastor stuarti</i> | | | | X54 | | | X54 | | X56 |
| Anura | <i>Craugastor brocchi</i> | | | | X29 | | X29 | | | |
| | <i>Tlalocohyla loquax</i> | X50 | | | X50 | | X52 | | | |
| | <i>Hyla walkeri</i> | X43 | | | | | | | | |
| Hylidae | <i>Scinax staufferi</i> | X52 | X43 | | X53 | X54 | | | | |
| | <i>Smilisca baudinii</i> | | X43 | | | | X40 | | | |
| Leptodactyli | <i>Leptodactylus fragilis</i> | | | | | | X12 | | | |

| | | | | | | | | |
|-----------|----------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|--------|--------|--|
| Reptilia | Elapidae | <i>Micrurus diastema</i> | | | | X43 | | |
| | Scincidae | <i>Scincella cherriei</i> | | | | X43 | | |
| | Dactyloidae | <i>Anolis anisolepis</i> | | X43 | | | | |
| | | <i>Anolis cuprinus</i> | | | | | X9 | |
| | | <i>Anolis parvicirculatus</i> | | | | | X9 | |
| | | <i>Anolis petersii</i> | | X43 | | | | |
| | Dactyloidae | <i>Anolis pygmaeus</i> | | | | | X1. X9 | |
| | | <i>Anolis tropidonotus</i> | X43 | | X43 | | | |
| | | <i>Anolis uniformis</i> | | | X43 | | | |
| | Squamata | <i>Anolis spilorhipis</i> | | | | | X40 | |
| Boidae | <i>Boa constrictor</i> | | | | | X1 | | |
| Viperidae | <i>Atropoides nummifer</i> | | | | | X1. X9 | | |
| | <i>Bothriechis aurifer</i> | | | | X43 | | X43 | |
| Ang | <i>Abronia lythrochila</i> | | | | | X9 | | |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Colubridae | <i>Pliocercus elapoides</i> | | | | X43 |
| | <i>Imantodes cenchoa</i> | | | | X40 |
| | <i>Imantodes gemmistratus</i> | | | | X43 |
| | <i>Leptodeira annulata</i> | | | | X43 |
| | <i>Stenorrhina degenhardtii</i> | | | | X43 |
| Reptilia Squamata | <i>Geophis carinosus</i> | | X43 | | |
| | <i>Thamnophis proximus</i> | X43 | | X52 | X55 |
| | <i>Dryadophis melanolomus</i> | | | | X43 |
| | <i>Ninia sebae</i> | | X43 | | X43 |
| | <i>Rhadinaea decorata</i> | X43 | | | |
| | <i>Rhadinella kinkelini</i> | | | X28 | |
| | <i>Adelphicos nigrilatum</i> | | | | X43 |
| | <i>Scaphiodontophis annulatus</i> | | X40 | | |
| | <i>Sceloporus taeniocnemis</i> | | X43 | X40 | X40 |
| | <i>Sceloporus variabilis</i> | X43 | X43 | | |
| <i>Sceloporus siniferus</i> | | | | X9 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| | <i>Mastigodiptomus montezumae</i> | X27 | | X27 | X27 | | | | | | | | | |
| | <i>Aglaodiptomus clavipes</i> | | | | | | | | X65 | | X27 | | | |
| | <i>Mastigodiptomus suarezmoralesi</i> | | | | | | X3 | CN CR | X65 | | X65 | | | |
| | <i>Arctodiptomus dorsalis</i> | | | | | | | | | | | | | X3 |
| | <i>Leptodiptomus cuauhquemoci</i> | X27 | | X27 | X27 | X27 | | X27 | X27 | X27 | X27 | X27 | X27 | X3 |
| | <i>Leptodiptomus mexicanus</i> | | | | | | | | | | | | | X3 |
| | <i>Apocyclops panamensis</i> | X3 | X3 | | X3 | | X3 | | | | | | | X3 |
| | <i>Diacyclops puuc</i> | X3 | X27 | | X3 | | | | | | | | | X3 |
| | <i>Mesocyclops aspericomis</i> | | X27 | | X3 | X27 | | | | | | | | |
| | <i>Mesocyclops brasiliensis</i> | | X3 | | | | | | | | | | | |
| Hexanauplia Cyclopoida Cyclopidae | <i>Mesocyclops edax</i> | | | X3 | | X27 | | X27 | | X27 | X3 | X3 | | X27 X27 |
| | <i>Mesocyclops longisetus</i> | X3 | | | | | | | | | X27 | | | |
| | <i>Mesocyclops pescei</i> | | X3 | | | | | | | | | | | |
| | <i>Mesocyclops thermocyclopoidea</i> | X3 | | X27 | | | | | | | | | | |
| | <i>Microcyclops ceibaensis</i> | X3 | X3 | | X3 | X27 | X27 | X3 | | X27 | X3 | | X3 | |
| | <i>Microcyclops dubitabilis</i> | | | | | | | X27 | | X27 | | X3 | X3 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| | | <i>Ceriodaphnia dubia</i> | X3 | X3 | X27 | X3 | X3 | | X3 | X3 | X3 | X27 | X3 | X3 | X3 | |
| | | <i>Ceriodaphnia lacustris</i> | | X3 | | X3 | X3 | | | | | | X3 | | | |
| | Moinidae | <i>Moina micrura</i> | X3 | X27 | X27 | | | | | | | | | | | |
| | | <i>Moinodaphnia sp</i> | X3 | | X27 | | | | X27 | | | | | | | |
| | Bosminidae | <i>Eubosmina tubicen</i> | X27 | X3 | X27 | X3 | X3 | X3 | | X3 | X27 | X3 | X27 | X3 | X3 | X3 |
| | | <i>Bosmina sp.</i> | | | | | X3 | | | | | | | | | |
| | Ilyocryptidae | <i>Ilyocryptus gouldeni</i> | | | | | | | | | X11 | X65 | | | | |
| | | <i>Ilyocryptus sp.</i> | | | | X15 | | X15 | | | | | | | X15 | |
| | Anomopoda Macrothricidae | <i>Macrothrix sp.</i> | | | | | | | | | | | | X15 | | |
| | | <i>Alona sp.</i> | | | | | | | | | | X15 | | | | |
| Branchiopoda Chydoridae | <i>Camptocercus sp.</i> | | | | | X15 | | | | | | | | X15 | X15 | |
| | <i>Leydigia sp.</i> | | | | | | | | | | | | | X15 | | |
| | <i>Keysercypria sp.</i> | | | | X2 | | | | | | | | | X2 | | |
| Ostracoda Podocoptida Candonidae | <i>Cypria sp.</i> | | | | | | | | | | | | | X4 | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|----|
| | Unionicolidae | <i>Koenikea</i> sp. | | | X4 | | X4 | X4 | | X4 | X4 |
| Monogononta | Flosculariaceae | Hexarthridae | <i>Hexarthra fennica</i> | | | | | | | X48 | |
| | | <i>Hexarthra intermedia</i> | | | X3 | X3 | X3 | X3 | | | |
| | Testudinellid | <i>Testudinella patina</i> | X3 | X3 | | | | | | X3 | |
| | <i>Ptygura</i> sp. | | | | | | X3 | X3 | X3 | | |
| Flosculariaceae | Trochosphaeae | <i>Filinia longiseta</i> | X3 | X3 | X3 | X3 | X3 | X3 | | | |
| | | <i>Filinia terminalis</i> | X3 | | X3 | | X3 | | | | |
| Monogononta | Ploima | Lepadellidae | <i>Lepadella patela</i> | | | | | | | X48 | |
| | | Notommatidae | <i>Cephalodella gibba</i> | | | | | | | X48 | |
| | Asplanchnidae | <i>Asplanchna girodi</i> | X3 | X3 | X3 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|--|----|
| Brachionidae | <i>Brachionus angularis</i> | X3 | X3 | X3 | | | | | | | | | |
| | <i>Brachionus bidentatus</i> | X3 | | | | | | | | | | | |
| | <i>Brachionus calyciflorus</i> | X3 | X3 | | X3 | | | | | | | | |
| | <i>Brachionus havanaensis</i> | X3 | | X3 | X3 | X3 | X3 | | X3 | | | | |
| | <i>Brachionus rubens</i> | | X3 | | | | | X3 | | | | | |
| | <i>Keratella americana</i> | X3 | | X3 | X3 | X3 | X3 | | X3 | X3 | X3 | | X3 |
| | <i>Keratella cochlearis</i> | | X3 | X3 | | X3 | | | | | | | |
| | <i>Keratella tropica</i> | X3 | | X3 | | X3 | | | | | | | |
| | <i>Plationus patulus</i> | X3 | X3 | X3 | | | | | | | | | |
| | <i>Platyas quadricornis</i> | | | | | X3 | | | X72 | | | | |
| Lecanidae | <i>Lecane bulla</i> | | X3 | X3 | | | | | | | | | |
| | <i>Lecane papuana</i> | X3 | | X3 | | | | | | | | | |
| Synchaetidae | <i>Polyarthra vulgaris</i> | | X3 | | | | | X48 | | | | | |
| | <i>Synchaeta oblonga</i> | | | | | | X3 | | | | | | |
| Trichotriidae | <i>Macrochaetus</i> sp | | | | | | | X3 | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-------------|------------------|-----------------------------|-----|----|--|----|-----|-----|
| | | <i>Aulodrilus</i> sp. | | | | X4 | | |
| Clite | Hapl | <i>Limnodrilus</i> sp. | | X4 | | X4 | | X4 |
| | Architaeniogloss | <i>Pomacea flagellata</i> | JLS | | | | | X46 |
| | Ampullariidae | | | | | | | |
| | Bithyniidae | <i>Bithynia</i> sp. | | | | | | XC |
| | Pachychilidae | <i>Pachychilus indiorum</i> | | | | | | XB |
| Gastropoda | Hydrobiidae | <i>Hydrobiidae</i> sp. | | | | XC | | XB |
| | | | | | | | | XC |
| Gasteropoda | Ancylidae | <i>Ancylidae</i> sp. | | | | | | X4 |
| | | | | | | | | |
| | Planorbidae | <i>Menetus</i> sp. | | | | XC | | XC |
| | | <i>Planorbidae</i> sp. | | | | | X16 | |
| | | <i>Helisoma</i> sp. | | | | XC | | X46 |

| | | | |
|--------------|---------------------------------|-----|-----|
| Cerambycidae | <i>Phrynidius jonesi</i> | X26 | |
| | <i>Adetus bacillarius</i> | X32 | |
| Halipidae | <i>Haliphus alteraliphus</i> | | X17 |
| Scarabaeidae | <i>Cyclocephala lunulata</i> | | X46 |
| | <i>Cryptocanthus montebello</i> | X37 | |
| | <i>Dichotomius Hope</i> | | X30 |
| | <i>Deltochilum Eschscholtz</i> | X30 | |
| | <i>Phyllophaga chamula</i> | X20 | |
| Histeridae | <i>Hister cavifrons</i> | X30 | |
| Leiodidae | <i>Ptomaphagus Hellwig</i> | | X30 |
| Carabidae | <i>Eucaerus sp.</i> | | X36 |
| | <i>Cicindela radians</i> | X46 | |
| | <i>Lebia chlorotica</i> | | X36 |

| | | | | | | |
|-------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------|-----|-----|----|
| | | <i>Notiobia</i> sp. | | | X36 | |
| | | <i>Onypterygia hoepfneri</i> | | X36 | | |
| | | <i>Onypterygia longispinis</i> | | X36 | | |
| Coleoptera | Carabidae | <i>Bradycellus circumdatus</i> | | | X36 | |
| | | <i>Loxandrus elongatus</i> | | | X36 | |
| | | <i>Platynus</i> sp. | | X36 | | |
| | Lampyridae | <i>Photuris Dejean</i> | | X46 | | |
| Insecta | Megaloptera | Corydalidae | <i>Platyneuromus reflexus</i> | | X66 | |
| | | | | | | |
| | Sialidae | <i>Ilyobius</i> sp. | X4 | | X4 | |
| Trichoptera | Psychomyiidae | <i>Psychomyiidae</i> sp. | | | | XB |
| | Oxyethiridae | <i>Oxyethira</i> sp. | | | | XC |
| | Hydropsychidae | <i>Hydropsyche</i> sp. | | | | XC |

| | | | | | | |
|---------|------------------|----------------------------|--|-----|--|-----|
| | | <i>Leptonema</i> sp. | | X70 | | |
| | Polycentropodida | <i>Polycentropus</i> sp. | | | | XC |
| | Hydrobiosida | <i>Atopsyche majada</i> | | X14 | | |
| | Philopotamidae | <i>Chimarra</i> sp. | | X4 | | |
| | | <i>Dolophilodes</i> sp. | | | | XC |
| | Ephemeroptera | | | | | |
| | Isonychiida | <i>Isonychia</i> sp. | | XB | | XC |
| | Caenidae | <i>Caenis</i> sp. | | XB | | |
| Insecta | | | | | | |
| | Odonata | | | | | |
| | Megapodagrion | <i>Heteragrion alienum</i> | | | | X70 |
| | Calopterygidae | <i>Hetaerina cruentata</i> | | | | X70 |

| | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------------------|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| | <i>Chromagrion</i> sp. | X4 | | | | | X17 | |
| | <i>Argia oculata</i> | | | | X40 | | | |
| | <i>Argia</i> sp. | XA | | JL | | | | X70 |
| Ceratopogonidae | <i>Probezzia</i> sp. | | X17 | | | | X17 | |
| | <i>Bezzia</i> sp. | | | | X4 | | | |
| | <i>Culicoides</i> sp. | | X4 | | | | | |
| Chaoboridae | <i>Chaoborus</i> sp. | X4 | X4 | | X4 | X4 | X4 | |
| Diptera | <i>Cardiocladius</i> sp. | | X4 | | | | | |
| | <i>Chironominae</i> sp. | X4 | X4 | | X4 | | X4 | |
| Chironomidae | <i>Chironomus</i> sp. | | X4 | | | | X4 | |
| | <i>Tanytarsus</i> sp. | | | | | X17 | X17 | |
| | <i>Cladotanytarsus</i> sp. | | X4 | | | | | |
| | <i>Cryptochironomus</i> sp. | X4 | X4 | | | | X4 | |
| | <i>Chironomus ochreateus</i> | | | | | X17 | X17 | |

| | | | | | | |
|---------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|
| <i>Chironomus</i> sp. | X4 | X4 | | X4 | X4 | X4 |
| <i>Einfeldia</i> sp. | | | | | | X4 |
| <i>Harnischia</i> sp. | | | X4 | X25 | | X4 |
| <i>Microchironomus</i> sp. | X4 | | | | X4 | X4 |
| <i>Micropsectra</i> sp. | | | | | | X4 |
| <i>Parachironomus sublettei</i> | | | | | X17 | X4 |
| <i>Polypedilum</i> sp. | X4 | | X4 | X25 | | X25 |
| <i>Procladius</i> sp. | | | | X25 | X4 | X4 |
| <i>Rheotanytarsus</i> sp. | | X4 | | | | X4 |
| <i>Virgatanytarsus</i> sp. | | | | | | X17 |
| <i>Tanytus</i> sp. | | | X4 | | | |
| <i>Coelotanytus</i> sp. | | | | | | X17 |
| <i>Alotanytus</i> | | | | | | X17 |
| <i>Cladopelma</i> sp. | | | | | | X17 |
| <i>Paracladopelma</i> sp. | | | | X17 | | |
| <i>Cryptotendipes</i> sp. | | | | X17 | | X17 |

| | | | | |
|--------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|
| | <i>Ablabesmyia</i> sp. | | X17 | X17 |
| | <i>Natarsia</i> sp. | | X17 | |
| | <i>Epoicocladius</i> sp. | | | X17 |
| | <i>Cardiocladius</i> sp. | X17 | | |
| | <i>Heterotrissocla- dius</i> sp. | | | X17 |
| | <i>Paramerina</i> sp. | | X17 | |
| | <i>Paratanytarsus</i> sp. | | X17 | X17 |
| Insecta Diptera | <i>Acricotopus</i> sp. | X17 | | |
| | <i>Nilotanypus</i> sp. | X17 | | |
| | <i>Robackia</i> sp. | | | X17 |
| | <i>Tribelos</i> sp. | | | X17 |
| | <i>Syrphidae</i> sp. | X4 | | |
| | <i>Ommatius gladius</i> | | | X24 |
| | | | | |

Anexo 2

Referencias del listado taxonómico

- ¹ Gonzales, C. E. C. (2003). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). México. 9 pp.
- ² Echeverría-Galindo, P. G., Pérez, L., Correa-Metrio, A., Avendaño, C. E., Moguel, B., Brenner, M., Cohuo, S., Macario, L., Caballero, M., & Schwalb, A. (2019). Tropical freshwater ostracodes as environmental indicators across an altitude gradient in Guatemala and México. *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 1037-1058.
- ³ Fernández, R., Oseguera, L.A. y Alcocer, J. (2020). Zooplankton biodiversity in tropical karst lakes of southeast México, Chiapas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91: e913184.
- ⁴ Cortés-Guzmán, D., J. Alcocer y L.A. Oseguera. (2019). Benthic macroinvertebrate community diversity of Montebello Lakes, Chiapas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90.
- ⁵ Palacios-Vargas, J. G., Cortés-Guzmán, D. y J. Alcocer. (2018). Springtails (Collembola, Hexapoda) from Montebello Lakes, Chiapas, México, *Inland Waters*.
- ⁶ Espinosa, P. H., Gaspar, D. Ma. T. y Fuentes, M. P. (1993). Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos. Instituto de Biología, UNAM. 12-149.
- ⁷ Álvarez, F., Torres, E. & Villalobos, J.L. (2021). New species of crayfish of the genus *Procambarus* Ortmann, 1905, and notes on *Procambarus pilosimanus* (Ortmann, 1906) (Decapoda: Cambaridae) from Chiapas, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92.
- ⁸ Ortiz, H. G. A. (2017). Cambios en la estructura de la comunidad íctica a lo largo de un gradiente de perturbación ambiental, en el Rio Grande de Comitán, Chiapas. Tesis para obtener el grado de Maestría, Instituto de Biología, UNAM.
- ⁹ Ortega, E. J. (2000). Análisis herpetofaunístico en diferentes tipos de hábitats en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Tesis para obtener el grado de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- ¹⁰ Espinosa-Pérez H., X. Valencia-Díaz y R. Rodiles-Hernández. (2011). Peces dulceacuícolas de Chiapas. En: Álvarez N. F. 2011. Chiapas: estudios sobre su diversidad biológica. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Coordinación de Difusión Cultural. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, 401-457.
- ¹¹ Álvarez, N. F., Villalobos, J. L., Elias, G. M y Rivera, G. (2011). Crustáceos dulceacuícolas y terrestres de Chiapas. En: Álvarez, N. F. 2011. Chiapas: estudios sobre su diversidad biológica. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Coordinación de Difusión Cultural. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, 209- 296.
- ¹² Muñoz, A.L.A. (2013). Riqueza, diversidad y estatus de los anfibios amenazados en el sureste de México; una evaluación para determinar las posibles causas de la declinación de sus poblaciones. El Colegio de la Frontera Sur, 4-44.
- ¹³ Lozano, V. M. L. y García, R. M. E. (2016). Estudio taxonómico distribucional de los peces del estado de Chiapas, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. JF057. México D. F.

- ¹⁴ IB Data. (2022). Base de datos de las colecciones biológicas del Instituto de Biología, UNAM (en línea) Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Consultado el 07/06/ 2022, en: <https://www.ibdata.abaco3.org/web/colecciones.php>
- ¹⁵ Jiménez, S. E. (2019). Ecología de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de nueve lagos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- ¹⁶ Soto, G.E.O. (2018). Estructura comunitaria de los macroinvertebrados bentónicos de seis lagos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- ¹⁷ Cortes, G.D. (2017). Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos profundos de los lagos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Tesis de maestría. Facultad de estudios superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- ¹⁸ Mendelson, J. R., Mulcahy, D. G., Snell, S., Acevedo, M. E, y Campbell, J. A. (2012). A new golden toad (Bufonidae: *Incilius*) from northwestern Guatemala and Chiapas, México. *Journal of Herpetology*. 46(4), 473-479.
- ¹⁹ Alvarez, N. F. y Villalobos, J. L. (1998). Six new species from freshwater crabs (Brachyura: Pseudothelphusidae) from Chiapas, México, *Journal of Crustacean Biology*, 181, 187-198.
- ²⁰ Morrón, M. A. (1999). Four new species of *Phyllophaga harrys* (Coleoptera:Melolonthidae) from southeastern, México. *The Coleopterist Bulletin*, 53(4), 377-387.
- ²¹ Mendelson, J. R (1997). A New Species of Toad (Anura: Bufonidae) from Oaxaca, Mexico with Comments on the Status of *Bufo cavifrons* and *Bufo cristatus*. *Herpetologica*. 53(2). 268-286.
- ²² Cwikla, P.S. Y DeLong, D.M. (1985). New Species and a New Record of Agalliinae from South and Central America (Homoptera: Cicadellidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 58(1), 156–162.
- ²³ Prena, J. (2001). A revision of the neotropical weevil genus *Pantoteles* Schönherr (Coleoptera, Curculionidae, Baridinae). *Transactions of the American Entomological Society*, 127(3):305-358.
- ²⁴ Scarbrough, A.G. (2002). Synopsis of the Neotropical holosericeus complex of the genus *Ommatius* Wiedemann (Diptera: Asilidae): *ampliatius* and *holosericeus* species groups. *Transactions of the American Entomological Society*, 128 (2/3), 133-222.
- ²⁵ Cortes-Guzmán, D. y Alcocer, J. (2022). Turnover drives high benthic macroinvertebrates beta diversity in a tropical karstic lake district. *Diversity*, 14(4):259.
- ²⁶ Gutiérrez, N. Toledo-Hernández, V. H., Noguera, F. A. (2020). Four new species of *Phrynidius* Lacordaire (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae) from Mexico with an identification key for the genus. *ZooKeys*, 1000, 45–57.
- ²⁷ Fernández, R., Alcocer, J. y Oseguera L.A. (2022). Microcrustacean (Cladocera and copepoda) assemblages of a tropical karst lake district. *Diversity*, 14, 564.

- ²⁸ Reynoso, V. H., Paredes-León, R. y Gonzales-Hernández, A. (2011). Anfibios y reptiles de Chiapas con comentarios sobre los reportes y estudios de diversidad herpetofaunística en la región, su endemismo y conservación. En: Chiapas: Estudios sobre su diversidad biológica, 459-509.
- ²⁹ Campbell, J. A., & Savage, J. M. (2000). Taxonomic Reconsideration of Middle American Frogs of the *Eleutherodactylus rugulosus* Group (Anura: Leptodactylidae): A Reconnaissance of Subtle Nuances among Frogs. *Herpetological Monographs*, 14, 186–292.
- ³⁰ Field Museum of Natural History. Zoology Collection. Version 12.47. Consultado el 20/07/22, en: <https://collections-zoology.fieldmuseum.org/>.
- ³¹ McElrath T. (2022). Illinois Natural History Survey Insect Collection. Illinois Natural History Survey. Consultado 21 de julio del 2022, en: <https://doi.org/10.15468/eol0pe>.
- ³² Santos-Silva, A., Nascimento, F. E. D. L., Wappes, J. E. (2019). Nomenclatural changes in American *Apomecynini* including description of new genera and species (Coleoptera: Cerambycidae). Consultado el 21 de julio del 2022, en: <https://www.gbif.org/occurrence/2569665442>.
- ³³ Luna-Cozar, J., Anderson, R. S., Jones, R. W., León-Cortés, J. L. (2014). A taxonomic monograph of the genus *Tylodinus* Champion (Coleoptera: Curculionidae: Cryptorhynchinae: *Tylodina*) of Chiapas, Mexico. Consultado el 21 de julio del 2022, en: <https://www.gbif.org/occurrence/3319253737>
- Morris, P. J. (2022). Museum of Comparative Zoology, Harvard University. Version 162.324. Museum of Comparative Zoology, Harvard University. Consultado el 21 de julio del 2022, en: <https://www.gbif.org/occurrence/477899197>
- ³⁵ Khalaim, A. I., Ruíz-Cancino, E. (2021). Darwin wasps of the subfamily Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) of Mexico: genera *Apechthis* Förster, *Itoplectis* Förster and *Pimpla* Fabricius. Consultado 21 de julio del 2022, en: <https://www.gbif.org/occurrence/3411841445>
- ³⁶ La France, D., Becker-Burns, A. (2022). University of Alberta E. H. Strickland Entomological Museum (UASM). University of Alberta Museums. Consultado el 21 de julio del 2022, en: <https://www.gbif.org/occurrence/769284199>
- ³⁷ Halffter, S. G., (2021) Análisis de las relaciones entre las diversidades alfa, beta y gamma a distintos niveles de escala espacial: Procesos históricos y ecológicos que intervienen. V Etapa. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). Consultado el 21 de julio del 2022, en: <https://www.gbif.org/occurrence/2630089403>
- ³⁸ Johnson, N., Cora, J. y C.A. (2010). Triplehorn Insect Collection (OSUC), Ohio State University. Museum of Biological Diversity, The Ohio State University. Consultado el 21 de julio del 2022, en: <https://www.gbif.org/occurrence/1019822781>
- ³⁹ López, J. S. (1985). Estudio taxonómico de algunos hirudíneos de México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. México.
- ⁴⁰ Naturalista (2020). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Consultado el 16 de marzo de 2023, en: <https://www.naturalista.mx/observations/61170160>

- ⁴¹ Espinosa, P. H. (2021) Computarización de la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología UNAM. Version 1.9. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). Consultado el 30 de julio del 2022, en: <https://www.gbif.org/occurrence/1419002384>
- ⁴² Rodiles-Hernández, R., A. A. González Díaz y C. Chan-Sala. (2005). Lista de Peces Continentales de Chiapas, México. *Hidrobiologica* 15 (2 Especial): 245-253.
- ⁴³ Muñoz-Alonso, L. A. y I. J. March-Mifsut. (2003). Actualización y enriquecimiento de las bases de datos del proyecto de evaluación y análisis geográfico de la diversidad faunística de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyectos U014 y P132. México, D. F. Consultado el 31 de julio del 2022, en: <https://www.gbif.org/occurrence/2630337296>
- ⁴⁴ Ramírez-Ballesteros, M. y Mayen-Estrada, R. (2019). Suctorians (Ciliophora: Suctorina) as epibionts of decapods of families Cambaridae and Pseudothelphusidae. *Zootaxa*. 4648 (2):384-392.
- ⁴⁵ Ramirez-Ballesteros, M., Lugo-Vazquez, A. y Mayen-Estrada, R. (2021). Some symbiotic ecological, cytological and geographical distribution aspects of *Opercularia articulata* (Opercularidae: Peritricia) including new data from Mexico. *Biología*.
- ⁴⁶ Dirección General de Repositorios Universitarios, Universidad Nacional Autónoma de México. Portal de Datos Abiertos UNAM, Colecciones Universitarias. Consultado el 20 de septiembre del 2021, en: <https://datosabiertos.unam.mx/>
- ⁴⁷ Rodiles-Hernández R., B. Prado y C. Pozo. (2017). Fortalecimiento de las colecciones de ECOSUR. Primera fase. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO (colección de peces de San Cristóbal de las Casas), proyectos ME006, FM020, FE001, EJ006, DC001 y L020. Ciudad de México. Consultado el 20 de septiembre del 2021, en: <https://www.gbif.org/occurrence/2630135072>.
- ⁴⁸ Quiroz-Vázquez, P. (2012). Base de datos de la colección de zooplancton de agua dulce de ECOSUR, Chetumal. Colección ECO-CH-Z. Unidad Chetumal. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto HC001. México, D. F. Consultado el 26 de septiembre del 2022, en: <https://www.gbif.org/es/occurrence/1417663332>
- ⁴⁹ Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J. M., Moravec, F., Soto-Galera, E., Rodiles-Hernández, R., Cabañas-Carranza, G., & Montoya-Mendoza, J. (2011). Helminth parasites of freshwater fish in Chiapas, Mexico. *Parasitology Research*, 108(1), 31-59.
- ⁵⁰ Muñoz-Alonso L. A., B. Prado y C. Pozo. (2017). Fortalecimiento de las colecciones de ECOSUR. Primera fase. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO (colección de anfibios y reptiles de San Cristóbal de las Casas), proyectos ME006, EJ015, U014 y P132. Ciudad de México. Consultado el 26 de septiembre del 2022, en: <https://www.snib.mx/snibgeoportal/Ejemplar.php?id=e3fdef7750ad05f5967596a710e59c00>
- ⁵¹ Gual D. M., C. A. Rendón, Alamilla F. L., R. P. Cifuentes y R. A. T. Lozano. (2013). Bosque Mesófilo de Montaña de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Bases de datos SNIB-CONABIO. México, D. F. Consultado el 30 de septiembre del 2022, en: <https://www.snib.mx/snibgeoportal/Ejemplar.php?id=cc41b7fad887665f3b6c56549187bba0>

- ⁵² Muñoz-Alonso, L. A. y I. J. March-Mifsut. (2003). Actualización y enriquecimiento de las bases de datos del proyecto de evaluación y análisis geográfico de la diversidad faunística de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyectos U014 y P132. México, D. F.
- ⁵³ Flores-Villela, O. (2005). Colección Herpetológica del Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera', México (MZFC, UNAM). Colección Herpetológica MZFC. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. México, D. F.
- ⁵⁴ Scheinberg L, Fong J. (2017). CAS Herpetology (HERP). Version 33.8. California Academy of Sciences. Consultado el 18 de julio del 2022, en: <https://doi.org/10.15468/bvoyqy>.
- ⁵⁵ Muñoz-Alonso, A. (2001). Colección Herpetológica del Sureste de México (ECOSUR-SC). Colección Herpetológica ECOSUR-SC. Unidad San Cristóbal de las Casas. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO. México, D. F.
- ⁵⁶ Reynoso-Rosales, V. H. (2007). Actualización de la base de datos de la colección nacional de anfibios y reptiles (CNAR). Colección CNAR. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto CE006. México, D. F.
- ⁵⁷ Prestridge, H. (2016). Biodiversity Research and Teaching Collections - TCWC Vertebrates. Version 9.1. Texas A&M University Biodiversity Research and Teaching Collections. Consultado el 17 de junio del 2023, en: <https://doi.org/10.15468/szomia>.
- ⁵⁸ Espinosa-Pérez, H. (2002). Computarización de la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología UNAM. Colección CNPE. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto T023. México, D. F.
- ⁵⁹ Madrigal-Guridi, X., O. Domínguez-Domínguez, G. Palacios-Morales y L. F. Martínez-García. (2019). Computarización de la base de datos de la Colección Ictiológica de la Universidad Michoacana. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyectos No. NE001, HB010, HJ021, y AE002. Ciudad de México
- ⁶⁰ Soto-Galera, E., L. Alcántara-Soria & J. Paulo-Maya. (2018). Estado actual, identificación de riesgos y propuestas para el manejo de las especies invasoras presentes en las regiones hidrológicas prioritarias, Confluencia de las Huastecas, Media Luna y Cabecera del río de La Laja. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO, Proyecto No. LI038, HA026, FM027, FM017, W040, Y026, T027, S115, L051 y P006. Ciudad de México
- ⁶¹ Rogers, S. (2017). CM Herps Collection. Version 8.3. Carnegie Museums. Consultado el 18 de julio del 2023, en: <https://www.snib.mx/snibgeoportal/Ejemplar.php?id=ad408354a3d5fdf4b80007aeafa822cd>
- ⁶² Luis-Martínez, A. (2018). Apoyo a las colecciones biológicas de la Facultad de Ciencias de la UNAM: Fase 1. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO (colección de odonatos), proyecto LE002. Ciudad de México
- ⁶³ Orrell, T. y Hollowell, T. (2017). Extant Specimen Records. Version 1.8. National Museum of Natural History (NMNH), Smithsonian Institution. Consultado el 28 de julio del 2023, en: <https://doi.org/10.15468/hnhr3>

- ⁶⁴ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2021). Naturalista. Bases de datos SNIB-CONABIO. Ciudad de México. Consultado el 19 de agosto del 2022, en: <https://www.snib.mx/snibgeoportal/Ejemplar.php?id=af2948dc06d671bf723c2dcf364221c5>
- ⁶⁵ Gasca, R., B. Prado y C. Pozo. (2018). Fortalecimiento de las colecciones de ECOSUR. Primera fase. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO (colección de zooplancton de Chetumal), proyectos ME006, HC007, DJ024, DC014, BA004, S048 y M040. Ciudad de México.
- ⁶⁶ Contreras-Ramos, A. (2000). Megaloptera (Insecta: Neuropterida) de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto K022. México, D. F.
- ⁶⁷ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2019). Naturalista. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Bases de datos SNIB-CONABIO. Ciudad de México. Consultado el 26 de enero del 2023, en: <https://www.snib.mx/snibgeoportal/Ejemplar.php?id=039decdbdede4e2bf19b3eac301a0ea7b>.
- ⁶⁸ Lamothe-Argumedo, R., G. Pérez-Ponce de León y L. García Prieto. (2003). Actualización y depuración de las bases de datos de la Colección Nacional de Helmintos: P085 y Q028. Colección CNHE. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyectos U007, Q028 y P085. México, D. F.
- ⁶⁹ Dirección General de Repositorios Universitarios, Universidad Nacional Autónoma de México. Portal de Datos Abiertos UNAM, Colecciones Universitarias. Colección Nacional de Anfibios y Reptiles, UNAM. Consultado el 28 de enero del 2023, en: <https://datosabiertos.unam.mx/>.
- ⁷⁰ Dirección General de Repositorios Universitarios, Universidad Nacional Autónoma de México. Portal de Datos Abiertos UNAM, Colecciones Universitarias. Colección Nacional de Insectos. Consultado el 27 de febrero del 2023, en: <https://datosabiertos.unam.mx/>
- ⁷¹ Colección Nacional de Peces, Instituto de Biología (IBUNAM), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Consultado el 27 de febrero del 2023, en: <https://datosabiertos.unam.mx/>
- ⁷² Vásquez-Yeomans L., M. Elías-Gutierrez y E. Suárez-Morales. (2005). Actualización de bases de datos de invertebrados (Rotifera, Cladocera y Copepoda) y peces. Unidad Chetumal. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO (invertebrados), proyectos AA011, S050, H112 y B075. México, D. F.
- ⁷³ Colección Nacional de Crustáceos (CNCR). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, IBUNAM. Consultado el 5 de junio de 2022.
- ⁷⁴ Primer muestreo del presente estudio (XA), Realizado en enero del 2020.
- ⁷⁵ Segundo muestreo del presente estudio (XB), Realizado en marzo del 2022.
- ⁷⁶ Tercer muestreo del presente estudio (XC), Realizado en noviembre del 2022.

Anexo 3

Rubrica de evaluación: fuentes de información

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #1 | Gonzales, C. E. C. | |
| Tipo de fuente de información | Ficha informativa | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2003 | |
| Objeto de estudio | Humedales del Parque Nacional Lagunas de Montebello | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | | X |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 3 | |

| | | |
|--|-----------------------------------|----|
| Trabajo #2 | Echeverría Galindo, <i>et al.</i> | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2019 | |
| Objeto de estudio | Ostrácodos dulceacuícolas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #3 | Fernández, R., Oseguera, L.A. & Alcocer, J. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2020 | |
| Objeto de estudio | Zooplankton en el Parque Nacional Lagunas de Montebello | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #4 | Cortés-Guzmán, D., J. Alcocer & L.A. Oseguera | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2019 | |
| Objeto de estudio | Macroinvertebrados bentónicos del Parque Nacional Lagunas de Montebello | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colectó el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #5 | Palacios-Vargas, Daniela Cortés-Guzmán & Javier Alcocer | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2018 | |
| Objeto de estudio | Colémbolos del Parque Nacional Lagunas de Montebello | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colectó el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Trabajo #6 | Espinosa, P. H., Gaspar, D. Ma. T. y Fuentes, M. P | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 1993 | |
| Objeto de estudio | Peces dulceacuícolas de México | |

| | SI (un punto) | NO |
|--|---------------|----|
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| Trabajo #7 | Álvarez, F., Torres, E. & Villalobos, J.L. | |
|--|--|----|
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2021 | |
| Objeto de estudio | Descripción y notas del género <i>Procambarus</i> en Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 7 | |

| Trabajo #8 | Ortiz, H. G. A. | |
|--|--|----|
| Tipo de fuente de información | Tesis de Maestría | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2017 | |
| Objeto de estudio | Comunidad íctica en un gradiente perturbado del río Comitán, Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

otro

| | | |
|--|---------------------------------------|----|
| Trabajo #9 | Ortega, E. J | |
| Tipo de fuente de información | Tesis de Licenciatura | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2000 | |
| Objeto de estudio | Análisis herpetofaunístico en el PNLM | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #10 | Espinosa-Pérez H., X. Valencia-Díaz y R. Rodiles-Hernández | |
| Tipo de fuente de información | col | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2011 | |
| Objeto de estudio | Peces dulceacuícolas de Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 7 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #11 | Álvarez, N.F., Villalobos, J. L., Elías, G. M y Rivera, G. | |
| Tipo de fuente de información | Libro | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2011 | |
| Objeto de estudio | Crustáceos dulceacuícolas y terrestres de Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #12 | Muñoz, A.L.A. | |
| Tipo de fuente de información | Libro | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2011 | |
| Objeto de estudio | Riqueza, diversidad y estatus de los anfibios amenazados en el sureste de México | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #13 | Lozano Vilano, M.L. y M. E. García Ramírez. | |
| Tipo de fuente de información | Informe final SNIB-CONABIO | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2016 | |
| Objeto de estudio | Estudio taxonómico de los peces de Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |

| | |
|------------|---|
| Puntuación | 6 |
|------------|---|

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #16 | Soto, G.E.O. | |
| Tipo de fuente de información | Tesis de Licenciatura | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2019 | |
| Objeto de estudio | Estructura comunitaria de los macroinvertebrados bentónicos de seis lagos del Parque Nacional Lagunas de Montebello | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colectó el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #14 | Instituto de Biología IB Data | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2022 | |
| Objeto de estudio | Base de datos de las colecciones biológicas del Instituto de Biología, UNAM | |
| Puntuación | | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 7 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #15 | Jiménez, S. E. | |
| Tipo de fuente de información | Tesis de Licenciatura | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2019 | |
| Objeto de estudio | Ecología de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de nueve lagos del Parque Nacional Lagunas de Montebello | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 4 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #17 | Cortes, G.D. | |
| Tipo de fuente de información | Tesis de Maestría | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2017 | |
| Objeto de estudio | Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos profundos de los lagos del Parque Nacional Lagunas de Montebello | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #18 | Mendelson, <i>et al.</i> | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2012 | |
| Objeto de estudio | Descripción del sapo <i>Incilius aurarius</i> y su comparación con otras especies de la región del noreste de Chiapas y Guatemala | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #19 | Álvarez, N. F. y Villalobos, J. L. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 1998 | |
| Objeto de estudio | Descripción y notas de seis especies de crustáceos de agua dulce (Brachyura: Pseudothelphusidae) de Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 7 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #20 | Morrón, M. A. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 1999 | |
| Objeto de estudio | Descripción y notas de cuatro nuevas especies de coleópteros <i>Phyllophaga harrys</i> (Coleóptera: Melolonthidae) del sureste de México | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #21 | Mendelson, J. R | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 1997 | |
| Objeto de estudio | Descripción y notas de sapos (Anura: Bufonidae) de Oaxaca y Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|-----------------------------------|--|----|
| Trabajo #22 | Cwikla, P.S. Y DeLong, D.M. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 1985 | |
| Objeto de estudio | Descripción y notas de nuevas especies homópteros de América central y América del Sur | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |

| | | |
|--|---|---|
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 4 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #23 | Prena, J. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2001 | |
| Objeto de estudio | Revisión del género de coleóptero <i>Pantoteles</i> en el neotrópico | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #24 | Scarborough, A.G. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2002 | |
| Objeto de estudio | Sinopsis del complejo de especie <i>Ommatius</i> y datos sobre dípteros neotropicales | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #25 | Cortes-Guzmán, D. y Alcocer, J. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2022 | |
| Objeto de estudio | Diversidad beta de macroinvertebrados bentónicos del Parque Nacional Lagunas de Montebello | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #26 | Gutiérrez, N. Toledo-Hernández, V. H., Noguera, F. A. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2020 | |
| Objeto de estudio | Descripción de cuatro nuevas especies de coleópteros <i>Phrynidius Lacordaire</i> en México | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 7 | |

| | | |
|-----------------------------------|---|----|
| Trabajo #27 | Fernández, R., Alcocer, J. y Oseguera L.A. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2022 | |
| Objeto de estudio | Micro crustáceos de los lagos kársticos de Montebello Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |

| | | |
|--|---|---|
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | | 5 |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #28 | Reynoso, V. H., Paredes-León, R. y Gonzales-Hernández, A. | |
| Tipo de fuente de información | Libro | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2011 | |
| Objeto de estudio | Anfibios y reptiles de Chiapas con comentarios | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #29 | Campbell, J. A., & Savage, J. M. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2000 | |
| Objeto de estudio | Reconsideraciones taxonómicas sobre ranas americanas del grupo <i>Eleutherodactylus rugulosus</i> | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #30 | Field Museum of Natural History. Zoology Collection. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2022 | |
| Objeto de estudio | Colección zoológica | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 5 |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #31 | McElrath T. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2022 | |
| Objeto de estudio | Illinois Natural History Survey Insect Collection | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 5 |

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| Trabajo #32 | Santos-Silva A, Nascimento F. E. D. L., Wappes J. E., Felipe. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |

| | | |
|--|---|----|
| Año del estudio/ año de los datos | 2019 | |
| Objeto de estudio | Descripciones y cambios en la nomenclatura del coleóptero americano <i>Apomecynini</i> | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 4 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #33 | Luna-Cozar J, Anderson R S, Jones R W, León-Cortés J L, Felipe. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2014 | |
| Objeto de estudio | Descripción taxonómica del género de coleóptero <i>Tylodinus</i> en Chiapas México | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 4 | |

| | | |
|--------------------------------------|---|----|
| Trabajo #34 | Harvard University M, Morris P. J. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2022 | |
| Objeto de estudio | Museum of Comparative Zoology, Harvard University | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #35 | Khalaim A I, Ruíz-Cancino E, plazi. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2021 | |
| Objeto de estudio | Himenópteros de la subfamilia Pimplinae en México | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | | 5 |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #36 | University of Alberta Museums, La France D, Becker-Burns A | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2022 | |
| Objeto de estudio | Colección Entomología de la Universidad de Alberta | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #37 | Halffter Salas G, Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2021 | |
| Objeto de estudio | Análisis de las relaciones entre las diversidades alfa, beta y gamma a distintos niveles de escala espacial, CONABIO | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #38 | Johnson N, Cora J. C.A. Triplehorn Insect Collection (OSUC), Ohio State University | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2022 | |
| Objeto de estudio | Insect Collection (OSUC), Ohio State University. Museum of Biological Diversity | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Trabajo #39 | López, J. S. | |
| Tipo de fuente de información | Tesis de licenciatura | |
| Año del estudio/ año de los datos | 1985 | |
| Objeto de estudio | Estudio taxonómico de algunos hirudíneos de México | |

| | SI (un punto) | NO |
|--|---------------|----|
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 4 | |

| Trabajo #40 | Naturalista | |
|--|--|----|
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2022 | |
| Objeto de estudio | Proyecto de identificación y observación de especies | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | | X |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 4 | |

| Trabajo #41 | Espinosa Pérez H, Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad CONABIO. | |
|--|---|----|
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2021 | |
| Objeto de estudio | Computarización de la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología UNAM | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #42 | Rodiles-Hernández R., A. A. González Díaz y C. Chan-Sala. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2005 | |
| Objeto de estudio | Lista de Peces Continentales de Chiapas, México | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | | X |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | | 5 |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #43 | Muñoz-Alonso L. A. y I. J. March-Mifsut. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2003 | |
| Objeto de estudio | Actualización y enriquecimiento de las bases de datos del proyecto de evaluación y análisis geográfico de la diversidad faunística de Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|-------------|--|--|
| Trabajo #44 | Ramírez-Ballesteros, M. y Mayen-Estrada, R | |
|-------------|--|--|

| | | |
|--|---|----|
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2019 | |
| Objeto de estudio | Ciliados epibiontes de decápodos de Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 7 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #45 | Ramírez-Ballesteros, M., Lugo-Vázquez, A. y Mayen-Estrada, R. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2021 | |
| Objeto de estudio | Datos ecológicos y geográficos de <i>Opercularia articulata</i> como simbiote del crustáceo <i>Procambarus</i> | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | | X |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 4 | |

| | | |
|-----------------------------------|---|----|
| Trabajo #46 | Dirección General de Repositorios Universitarios, Universidad Nacional Autónoma de México | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2022 | |
| Objeto de estudio | Portal de Datos Abiertos UNAM, Colecciones Universitarias | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 7 |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #47 | Rodiles-Hernández R., B. Prado y C. Pozo Colegio de la Frontera Sur. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2017 | |
| Objeto de estudio | Colección de peces de San Cristóbal de las Casas, ECOSUR | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | | 5 |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #48 | Quiroz-Vázquez P. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2012 | |
| Objeto de estudio | Base de datos de la colección de zooplancton de agua dulce de ECOSUR | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | | 5 |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #49 | Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J. M., Moravec, F., Soto-Galera, E., Rodiles-Hernández, R., Cabañas-Carranza, G., & Montoya-Mendoza, J. | |
| Tipo de fuente de información | Artículo científico | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2011 | |
| Objeto de estudio | Helmintos parásitos de peces de agua dulce en Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colectó el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #50 | Muñoz-Alonso L. A., B. Prado y C. Pozo. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2017 | |
| Objeto de estudio | Anfibios y reptiles de Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colectó el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|-----------------------------------|--|----|
| Trabajo #51 | Gual D. M., C. A. Rendón, Alamilla F. L., R. P. Cifuentes y R. A. T. Lozano. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2017 | |
| Objeto de estudio | Anfibios y reptiles de Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |

| | | |
|--|---|---|
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #52 | Muñoz-Alonso L. A. y I. J. March-Mifsut. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2003 | |
| Objeto de estudio | Diversidad faunística de Chiapas | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #53 | Flores-Villela O. | |
| Tipo de fuente de información | Colección científica | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2005 | |
| Objeto de estudio | Colección Herpetológica del Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera', México (MZFC, UNAM). Colección Herpetológica MZFC. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #54 | Scheinberg L, Fong J. | |
| Tipo de fuente de información | Colección científica | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2017 | |
| Objeto de estudio | Colección Herpetológica de California Academy of Sciences. | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #55 | Muñoz-Alonso A. | |
| Tipo de fuente de información | Colección científica | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2001 | |
| Objeto de estudio | Colección Herpetológica del Sureste de México | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|-------------------------------|-----------------------|--|
| Trabajo #56 | Reynoso-Rosales V. H. | |
| Tipo de fuente de información | Colección científica | |

| | | |
|--|--|----|
| Año del estudio/ año de los datos | 2007 | |
| Objeto de estudio | Actualización de la base de datos de la colección nacional de anfibios y reptiles (CNAR) | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #57 | Prestridge H | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2016 | |
| Objeto de estudio | Actualización de la base de datos de la colección nacional de anfibios y reptiles (CNAR) | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 4 | |

| | | |
|-----------------------------------|--|----|
| Trabajo #58 | Espinosa-Pérez H. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2002 | |
| Objeto de estudio | Computarización de la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología UNAM | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #59 | Madrigal-Guridi, X., O. Domínguez-Domínguez, G. Palacios-Morales y L. F. Martínez-García | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2019 | |
| Objeto de estudio | Computarización de la base de datos de la Colección Ictiológica de la Universidad Michoacana | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #60 | Soto-Galera, E., L. Alcántara-Soria & J. Paulo-Maya. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2018 | |
| Objeto de estudio | Computarización de la base de datos de la Colección Ictiológica de la Universidad Michoacana | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #61 | Rogers, S. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2017 | |
| Objeto de estudio | Colección de anfibios y reptiles del Carnegie Museum of Natural History | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colectó el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--|--|----|
| Trabajo #62 | Luis-Martínez A. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2018 | |
| Objeto de estudio | Apoyo a las colecciones biológicas de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Colección de odonatos | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colectó el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|-------------|-----------------------|--|
| Trabajo #63 | Orrell T, Hollowell T | |
|-------------|-----------------------|--|

| | | |
|--|--|----|
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2017 | |
| Objeto de estudio | National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|-----------------------------|----|
| Trabajo #64 | CONABIO | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2021 | |
| Objeto de estudio | Bases de datos SNIB-CONABIO | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--------------------------------------|---|----|
| Trabajo #65 | Gasca R., B. Prado y C. Pozo | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2018 | |
| Objeto de estudio | Fortalecimiento de las colecciones de ECOSUR. Colección de zooplancton Chetumal | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|------------------------|----|
| Trabajo #66 | Contreras-Ramos A. | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2000 | |
| Objeto de estudio | Insectos: Megaloptera | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | X | |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | | 5 |

| | | |
|--|-----------------------------|----|
| Trabajo #67 | CONABIO | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2019 | |
| Objeto de estudio | Bases de datos SNIB-CONABIO | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|-------------|---|--|
| Trabajo #68 | Lamothe-Argumedo R., G. Pérez-Ponce de León y L. García Prieto. | |
|-------------|---|--|

| | | |
|--|--|----|
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2003 | |
| Objeto de estudio | Actualización y depuración de las bases de datos de la Colección Nacional de Helmintos | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #69 | Colección Nacional de Anfibios y Reptiles | |
| Tipo de fuente de información | Colección Científica | |
| Año del estudio/ año de los datos | 1987 | |
| Objeto de estudio | Anfibios y reptiles de México y el mundo | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|----|
| Trabajo #70 | Colección Nacional de Insectos | |
| Tipo de fuente de información | Colección científica | |
| Año del estudio/ año de los datos | 1919-1992 | |
| Objeto de estudio | Insectos de México y el mundo | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|------------------------------------|----|
| Trabajo #71 | Colección Nacional de Peces (CNPE) | |
| Tipo de fuente de información | Colección científica | |
| Año del estudio/ año de los datos | 1983-1992 | |
| Objeto de estudio | Peces de México y del mundo | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | | 6 |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #72 | Actualización de bases de datos de invertebrados (Rotífera, Cladocera y Copepoda) y peces | |
| Tipo de fuente de información | Base de datos en línea | |
| Año del estudio/ año de los datos | 2005 | |
| Objeto de estudio | Proyecto SNIB-CONABIO (invertebrados) | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | | X |
| Puntuación | | 5 |

| | | |
|--|---|----|
| Trabajo #73 | Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) | |
| Tipo de fuente de información | Colección científica | |
| Año del estudio/ año de los datos | | |
| Objeto de estudio | Crustáceos de México y el mundo | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | X | |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 6 | |

| | | |
|--|-------------------------|----|
| Trabajo #74 | Primer muestreo | |
| Tipo de fuente de información | Recolección | |
| Año del estudio/ año de los datos | 13- 15 enero del 2020 | |
| Objeto de estudio | Fauna acuática del PNLM | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------|----|
| Trabajo #75 | Segundo muestreo | |
| Tipo de fuente de información | Recolección | |
| Año del estudio/ año de los datos | 1-2 abril del 2022 | |
| Objeto de estudio | Fauna acuática del PNLM | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |

| | | |
|--|---|---|
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 5 | |

| | | |
|--|-------------------------|----|
| Trabajo #76 | Tercer muestreo | |
| Tipo de fuente de información | | |
| Año del estudio/ año de los datos | 13- 15 octubre del 2022 | |
| Objeto de estudio | Fauna acuática del PNLM | |
| | SI (un punto) | NO |
| Posee coordenadas geográficas | X | |
| Posee localidad | X | |
| Proviene de una colección científica | | X |
| Se colecto el organismo para su identificación | X | |
| Posee referencias | | X |
| Se realizó identificación a nivel específico | X | |
| Contiene fotografías o anexa información para consultar la muestra | X | |
| Puntuación | 5 | |