

BOLETÍN de la SCME



SCME
SOCIEDAD CIENTÍFICA
MEXICANA DE ECOLOGÍA

Volumen 3 / Número 5 / junio 2023



CONTENIDO

Da click en el título que deseas leer. Para descargar contribuciones individuales, presiona el símbolo morado (↓). Y para descargar el archivo completo usa la opción de descarga de tu navegador de internet (en la barra de herramientas inferior derecha: ↓).

↓ P.4 **SOBRE LA PUBLICACIÓN**

- Información general

↓ P.6 **AVISOS**

- **Webinarios de 2023**
29 de junio
- **Conferencias de mayo para estudiantes de secundaria y preparatoria**
Junio 14 y 28, julio 12
- **Congreso Nacional Sustentabilidades**
3 al 6 de octubre 2023

CONTRIBUCIONES GENERALES

↓ P.12 • **Presentación**
Germán Ávila Sákar

↓ P.14 • **La circulación del agua en el Antropoceno y las redes de monitoreo ecohidrológico en México**
Sergio A. Salinas Rodríguez y Alejandro H. Cueva Rodríguez

↓ P.24 • **La crítica a la ecología de R.H. Peters y el rescate de la historia natural**
Héctor Reyes Bonilla, Luis E. Calderón Aguilera, Roberto Carmona y Horacio de la Cueva

Click aquí para escuchar el
resumen de la editorial



- ↓ P.30 • **Decálogo de buenas prácticas para la restauración ecológica de ecosistemas**
Pilar Angélica Gómez Ruiz
- ↓ P.38 • **Los drones como herramienta para el estudio y conservación de fauna silvestre**
Eduardo Pinel-Ramos, Filippo Aureli y Denise Spaan
- ↓ P.46 • **Peces invasores y cópulas forzadas: consecuencias para las poblaciones nativas**
Karla Natividad García-Cabello y Vianey Palomera-Hernández
- ↓ P.54 • **"El pez león no es como lo pintan": estrategia comunitaria para el control en el arrecife del Caribe mexicano**
Martha Beatriz Hernández Millán y Miguel Mateo Sabido Itzá
- ↓ P.64 • **Resistencia agroecológica en Hopelchén: un movimiento de esperanza en medio del caos**
Wilbert Antonio Caamal Cauich, Everardo Chable Huehuet y Jorge Oziel Pech Pech
- ↓ P.82 **NORMAS EDITORIALES**
• Actualización 2023
- ↓ P.88 **MEMBRESÍA**
• Información y beneficios



BOLETÍN de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología

El *Boletín de la SCME* es el órgano oficial de difusión de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología (SCME). Es, también, el vehículo principal de la disseminación del conocimiento ecológico de la SCME hacia todo público interesado y servirá como medio de intercambio de descubrimientos, ideas e inquietudes sobre ecología, particularmente enfocándose en la actividad científica que se realiza en México.



El *Boletín de la SCME* es una publicación de divulgación sobre la ciencia de la ecología y temas afines. Los contenidos publicados en el *Boletín* son de absoluta responsabilidad de los autores y no comprometen al Comité Editorial ni a la Sociedad Científica Mexicana de Ecología. Los autores de los textos lo son también de las imágenes y/o tablas incluidas en sus contribuciones, salvo que se especifique otra autoría en los pies de las figuras. Con diez números por año, el *Boletín de la SCME* es editado y publicado por la Sociedad Científica Mexicana de Ecología (scme.mx). Se autoriza la reproducción parcial o total del trabajo citando apropiadamente la(s) fuente(s) y autor(es) respectivos.



Este boletín está impulsado por el Programa de Fortalecimiento de Actividades Vinculadas con la Promoción, Difusión y Divulgación de las Humanidades, Ciencias, Tecnologías y la innovación para Academias y Sociedades Científicas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.



BOLETIN DE LA SCME, año 3, No. 5, junio 2023, es una publicación mensual editada por la Sociedad Científica Mexicana de Ecología, con domicilio en calle Cipreses, carretera federal México-Cuernavaca, No. 23.5, Colonia San Andrés Totoltepec, C.P. 14400, Tlalpan. Tel. (55) 56229005, Página web: <https://scme.mx/boletin-de-la-scme/> Editor responsable: **Germán Ávila Sákar**. Reserva de Derechos al Usos Exclusivo No. **04-2022-070717032400-102**, ISSN: en trámite; ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de actualización de este Número, Vinisa Romero, calle Cipreses, carretera federal México-Cuernavaca, No. 23.5, Colonia San Andrés Totoltepec, C.P. 14400, Tlalpan. Tel. (55) 56229005, fecha de última modificación, 28 de julio de 2023.

**INFORMACIÓN ACERCA DE ESTE
NÚMERO**

Publicación electrónica periódica de la
Sociedad Científica Mexicana de Ecología

Año: 2023

Volumen: 3, Número: 5 · junio

Diseño editorial: Comité Editorial

Asistente de diseño y página web: Vinisa Romero

Asistente Editorial: Franceli Macedo Santana

En portada: Artesana de Xcalak. Fotografía: Claudia Alpuche Novelo

Comité editorial

Editor-jefe

Germán Ávila Sákar

Editoras y editores

Martha Bonilla Moheno

Ek del Val de Gortari

Arturo Flores Martínez

Mario González Espinosa

Miguel Martínez Ramos

Angelina Martínez Yrizar

Ileri Suazo Ortuño

Juan Jacobo Schmitter-Soto

Consejo Directivo SCME 2022-2024

Arturo Flores Martínez

María del Carmen Mandujano

Mariana Hernández Apolinar

Humberto Suzán Aspíri

Martha Bonilla Moheno

Joel Flores Rivas

Mariana Rojas Aréchiga



AVISOS



LA SOCIEDAD CIENTÍFICA MEXICANA DE ECOLOGÍA A.C.

te invita a los webinarios del 2023

que tienen lugar el último jueves de cada mes

de 10:00 a 11:00 horas

Junio 29

¿Cómo proteger la diversidad
biológica que no vemos y no
conocemos?

Ponentes:

Elva Escobar

En vivo o repetición en:

 **YouTube**

SCME A.C.

facebook

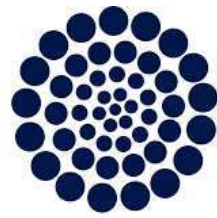
@SCMEcología

La Sociedad Científica Mexicana de Ecología te invita a su

Tercer ciclo de conferencias sobre ecología

dirigido a estudiantes de secundaria y preparatoria

10:00 - 11:00 horas



CONAHCYT

JUNIO



Águilas que prosperan en la Ciudad de México

Dr. José Jaime Zúñiga Vega



JUNIO



¿Cómo responden las plantas a los metales del suelo sin morir en el intento?

Dra. Rocío Cruz Ortega



JULIO



De tejones, mapaches y cacomixtles

Dr. David Valenzuela Galván



En vivo o repetición en:



SCME A.C.

facebook

@SCMEcología



Modalidades de participación:

Se convoca a la comunidad académica que trabaja en temas de sustentabilidad a proponer ponencias, carteles y/o actividades para el próximo Congreso “Sustentabilidades: construcciones, debates y retos”.

Dichas dinámicas y participaciones se abordarán a partir de tres grandes temáticas y preguntas sobre el tema de las sustentabilidades:

- Crisis socio-ambiental contemporánea
- Marcos conceptuales, métodos y herramientas para la comprensión de los procesos de construcción de sustentabilidades e incidencia en ellos
- Estrategias para transitar hacia trayectorias más sustentables

De actividades

Las propuestas deberán estar acompañadas de una breve descripción que justifique su inclusión en el congreso su objetivo general, el formato seleccionado -mesa redonda, conversatorio o foro de discusión- y la lista de los participantes invitados.

Fecha límite de envío: 31 de julio al correo congresosustentabilidades@unam.mx

Ponencias y carteles

Las propuestas deberán estar acompañadas de un breve resumen de entre 300 y 500 palabras, incluyendo objetivos, métodos, resultados y conclusiones. Así como autores y su adscripción institucional.

Las propuestas se deberán enviar en el sistema a partir del 17 de julio

Conoce la convocatoria completa en:
<http://www.congresosustentabilidades.unam.mx/>

Regresar al índice

CONTRIBUCIONES GENERALES

Presentación

Llega el número de junio de nuestro *Boletín* en medio de olas de calor en varias regiones del planeta (China, EUA, Europa) mientras que en el centro-sur de Canadá (desde donde ahora escribo) hubo cerca de diez días con temperaturas mucho menores a las usuales para los inicios del verano. Empezamos el número con un artículo de Salinas Rodríguez y Cueva Rodríguez sobre la importancia de estudiar la circulación del agua en los ecosistemas en pleno Antropoceno. Los autores explican las actividades de dos redes de especialistas abocadas al estudio de procesos ecológicos vinculados a los flujos del agua que toman en cuenta tanto aspectos biológicos como sociales.

En la siguiente contribución, Reyes Bonilla y colaboradores rememoran la publicación en 1991 de un libro que criticó que los estudios ecológicos fueran principalmente descriptivos y carecieran de rigor cuantitativo y predictivo, por lo que, entre otras cosas, resultaban poco útiles para la resolución de problemas socioambientales. Sin embargo, se puede caer en el otro extremo: que los estudios ecológicos pierdan su conexión con la historia natural. Los autores analizan si los avances tecnológicos tienen algo que ver en esto y si los estudios ecológicos pueden combinar el uso de nueva tecnología con la historia natural, la cual ultimadamente da origen a las preguntas de las que emanan las teorías ecológicas y evolutivas.

Sigue un artículo en el que Gómez Ruiz presenta una serie de recomendaciones para lograr una restauración ecológica exitosa. Esta contribución deja claro que la restauración ecológica es, más que una receta basada en conocimientos ecológicos, una actividad social en la que deben estar involucradas las comunidades locales.

Pinel-Ramos y colaboradores explican cómo los drones pueden ser herramientas muy útiles en los estudios de conservación biológica. Ésta es una buena lectura para quien esté pensando en usar drones en sus proyectos de investigación, pues aparte de presentar información básica sobre diversos tipos de drones, comenta algunos estudios que los han usado.

García Cabello presenta un aspecto posiblemente poco conocido sobre las historias de vida de varias especies de peces pequeños. Resulta que muchos de los apareamientos de los machos de estas especies son mediante la cópula forzada. Curiosamente, estas cópulas no sólo son con hembras de su propia especie, sino que también con hembras de otras especies.

Terminamos este número con dos trabajos que describen las experiencias y los resultados de proyectos de conservación o manejo sustentable desarrollados en la península de Yucatán con el apoyo del Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). El PPD lleva casi tres décadas acompañando y financiando proyectos que realizan principalmente las comunidades locales para conservar su biodiversidad y manejar sosteniblemente sus recursos naturales con un enfoque incluyente.

Martha Beatriz Hernández y Miguel Sabido presentan la solución que la comunidad de Xcalak, en Quintana Roo, está realizando para enfrentar el control de una especie invasora muy importante del caribe mexicano: el pez león. Este proyecto sobresale por su enfoque de género en el sector pesquero, tradicionalmente dominado por hombres, además del enfoque social y participativo. Este proyecto se lleva a cabo principalmente por pescadores que fueron testigos de primera mano de la penetración de esta especie invasora en su zona de trabajo y en él se destaca el fomento de actividades que permiten el aprovechamiento de esta especie como la fabricación de artesanías o su uso como alimento, siempre garantizando que la población de esta especie se mantenga bajo control.

El texto a cargo de Caamal Cauich y colaboradores se refiere a un proyecto que busca rescatar y extender el uso de plantas de especies nativas de la península. Los autores describen el contexto y enfoque que los condujo a implementar un modelo de producción agrícola alternativo al modelo intensivo que deteriora sus recursos basado en el uso y conservación de bancos de semillas nativas. Este proyecto ha permitido una mayor integración de las comunidades de la península y la formación de redes de cooperación que fortalecen su resiliencia a fenómenos asociados al cambio climático.

Estos dos textos muestran lo extenso que puede ser la aplicación del conocimiento científico y la importancia de que las instituciones académicas platiquen con organizaciones locales para enfrentar de manera conjunta los enormes retos ambientales y sociales que enfrenta.

Espero que este diverso material sea de su interés y disfruten su lectura. Aprovecho para reiterarles la invitación abierta a difundir los proyectos de investigación que estén realizando o a comentar sobre cuestiones ecológicas de interés general para nuestra amplia audiencia.

Germán Ávila Sákar

Editor-jefe

[Regresar al índice](#)





Imagen Lidar del relieve detallado del terreno del río Mississippi. Fotografía: © Daniel Coe

La circulación del agua en el Antropoceno y las redes de monitoreo ecohidrológico en México

Sergio A. Salinas Rodríguez y Alejandro H. Cueva Rodríguez

Grupo Académico de Manejo de Cuencas y Zonas Costeras, Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa, Villahermosa, Tabasco

Resumen

La circulación del agua es clave para los procesos ecológicos y los servicios ecosistémicos. La ecohidrología es una ciencia interdisciplinaria que integra el conocimiento sobre las interacciones entre los seres vivos y el ambiente que los rodea (ecología), con el de la distribución, el movimiento, el manejo y la calidad del agua (hidrología). El enfoque ecohidrológico es fundamental para revertir las tendencias de degradación ambiental del Antropoceno a partir de la comprensión de los procesos que ocurren en el paisaje y de los efectos de las alteraciones del régimen climático estacional. Especialistas de la Red de Monitoreo de Reservas de Agua dedicada a la implementación de caudales ecológicos y la Red Mexicana de Flujos Ecosistémicos enfocada sobre la interacción suelo-planta-atmósfera trabajan en diferentes escalas, discuten retos, perspectivas y oportunidades en la investigación científica socioambiental. Desarrollan avances sobre la situación actual y necesidades futuras, integran y aportan conocimiento sobre procesos ecológicos vinculados a los flujos del agua para lograr una incidencia efectiva en la política pública mexicana alineada al estado del arte. Esta contribución versa sobre los simposios llevados a cabo durante el VIII Congreso Mexicano de Ecología para el desarrollo de agendas, herramientas y

técnicas para estudiar la circulación del agua en el ambiente, posicionar a la ecohidrología en el entendimiento de los retos del vínculo biósfera-hidrosfera y coadyuvar con soluciones integrativas a la altura de los desafíos de implementación que enfrenta el país en el Antropoceno.

Palabras clave

agua, ambiente, ecohidrología, régimen, servicios ecosistémicos

••••

Ecohidrología: el estudio de la circulación del agua en el ambiente en el Antropoceno

El movimiento del agua en el planeta desempeña una función clave sobre procesos abióticos y bióticos que ocurren a distintas escalas espacio-temporales. La circulación del agua es fundamental para la provisión de servicios ecosistémicos (los procesos de los ecosistemas que se perciben como benéficos para la humanidad, p. ej., la provisión de agua dulce, alimentos, fibras, resinas y energía), pero también puede ocasionar perjuicios (p. ej., sequías e inundaciones). Además, en el Antropoceno, se predice que los eventos meteorológicos extremos aumentarán en frecuencia e intensidad ya que son exacerbados debido al cambio climático global.

Los ríos y otros humedales en las cuencas son ecosistemas que proveen agua y requieren de su circulación y conectividad para dar soporte a procesos ecológicos. La conectividad de ecosistemas acuáticos consiste en la circulación natural del agua a través de la red de drenaje; no solo permite el movimiento e intercambio del agua entre ambientes, sino también de organismos, sedimentos, materia orgánica, nutrientes y energía (Grill *et al.* 2019). Dicha conectividad abarca cuatro dimensiones, longitudinal río arriba-río abajo, lateral entre los ríos, la vegetación riparia y las llanuras de inundación, vertical entre los ríos, acuíferos y la atmósfera, y temporal a través del régimen de caudales e inundaciones. La conectividad temporal permite la interacción multidimensional debido a que sincroniza las condiciones climáticas, ambientales y la fenología de numerosas especies. Como dan cuenta los viejos textos del antiguo Egipto sobre el río Nilo —*los campos ríen cuando las riberas se inundan*— a lo largo de la historia, los ciclos de siembra y cosecha de alimentos se encuentran vinculados al régimen hidrológico estacional —p. ej., en la precipitación, caudales bajos, pulsos y crecidas— que, en adición al agua, distribuyen sedimentos y nutrientes que enriquecen los suelos y su capacidad productiva para la producción y provisión de alimentos y, desde el siglo pasado, la generación de electricidad.

Aunque la ecología y la hidrología han sido disciplinas clave para la generación de conocimiento científico, éste ha sido insuficiente para manejar los ecosistemas de una

forma racional y ambientalmente sostenible. Tan solo en las últimas cinco décadas, el planeta ha experimentado alarmantes tasas de degradación y pérdida de biodiversidad en todos los ambientes, estimadas en 69% en promedio y 83% en el caso de los ecosistemas dulceacuícolas (WWF 2022). Esto es debido a que, desde el siglo XVIII y durante la Revolución Industrial, emergió el desarrollo de infraestructura hidráulica para hacer uso y manejo del agua de manera intensiva. Las alteraciones al régimen han implicado la pérdida de conectividad en 67% de los grandes ríos y al menos el 90% de los humedales en el mundo. Aunado a esto, la contaminación, el cambio climático y la degradación del hábitat representan los factores principales de esta crisis ambiental actual. Esto ha llevado a la pérdida de funcionalidad ecológica del ciclo hidrológico y ha hecho más desafiante que nunca la provisión de agua, alimentos y energía, el amortiguamiento de fenómenos naturales extremos (p. ej., sequías e inundaciones) y los modos de vida de la gente.

Los enfoques de la ecología e hidrología no son excluyentes, sino complementarios. La ecohidrología surge como ciencia interdisciplinaria e integrativa de la información y el conocimiento subyacente a las dimensiones de conectividad, los procesos ecológicos y servicios ecosistémicos vinculados a la circulación del agua en el ambiente. El entendimiento del vínculo biósfera-hidrosfera que aportan cada una es preponderante para establecer soluciones basadas en la naturaleza, fundamentadas en los procesos ecológicos, servicios ecosistémicos y el papel de los perjuicios (ecosistémicos) ante los efectos del cambio global.

Oportunidades y desafíos: redes con incidencia y aportes al conocimiento ecohidrológico en México

Durante el VIII Congreso Mexicano de Ecología en 2022, se organizaron dos simposios con el objetivo de reunir a especialistas de diversas regiones del país para presentar los avances, discutir los retos, perspectivas y oportunidades en la investigación de frontera sobre ecohidrología, así como su situación actual y necesidades futuras para aportar conocimiento y lograr una incidencia efectiva en la política pública mexicana alineada al estado del arte. El Simposio “¿Ecohidrología o hidroecología? Enfoque multidisciplinario conector para la gestión socioambiental sustentable del agua y territorio” surge del Grupo Mexicano de Ecohidrología, constituido en 2014, ante la coyuntura en años recientes por el establecimiento de límites ambientalmente sostenibles en los usos del agua a partir de evaluaciones de caudal ecológico (Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012), fundamento técnico de las reservas de agua para protección ecológica que implican un volumen de agua destinado a permanecer en el ambiente.

Los caudales ecológicos se definen como el agua en cantidad, calidad y régimen temporal (*timing*) requerida para garantizar la provisión de servicios ecosistémicos de los cuales se beneficia la humanidad. El régimen de caudales ecológicos que fundamentan las reservas de agua es de gran relevancia nacional debido a que actualmente el país cuenta con 266 cuencas con esta figura de protección por hasta 50 años, como la del río Usumacinta que da soporte al Sistema Lagunar de Catazajá, humedal de importancia internacional (Ramsar 1764) ubicado en la llanura de inundación (Figura 1).



Figura 1. Laguna Grande de Catazajá, humedal de importancia internacional (Ramsar 1764) ubicada sobre la llanura de inundación del río Usumacinta. La LGC es uno de los sitios de referencia del proyecto *Ecohidrología para la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común* (CONACYT-PRONAI 318956) debido a que es indicador de conectividad longitudinal, lateral y vertical del río Usumacinta cuyo régimen de caudales escurre de forma libre (conectividad temporal). La dinámica de inundaciones de la laguna es fundamental para amortiguar inundaciones y sequías, proveer agua, alimento a través de pesquerías y fibras como el palo de Campeche (*Haematoxylum campechianum*) para la gente, y biodiversidad como el robalo (*Centropomus* sp.), sábalo (*Megalops atlanticus*), nutria (*Lontra longicaudis*) y manatí (*Trichechus manatus manatus*). Fotografía: © Sergio Salinas-Rodríguez

Asimismo, el Programa Nacional Hídrico 2020-2024 establece entre sus metas y actividades incrementar este número a cerca de 450 reservas (~60% cuencas del país), así como desarrollar y publicar los reglamentos respectivos (CONAGUA 2019 y 2020) y las estrategias de implementación de caudal ecológico en ríos y humedales conforme al Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (SEMARNAT 2021). El establecimiento de límites sostenibles de extracción a partir de la conservación, manejo o restauración de los caudales ecológicos inteligentes, es decir, que se fundamenten y consideren condiciones hidrológicas extremas (*i.e.*, muy secas y húmedas) son una solución basada en la naturaleza para construir resiliencia en los socioecosistemas,

fundamental para hacer frente a la incertidumbre climática derivada por el cambio global en el Antropoceno (Salinas-Rodríguez *et al.* 2022). Por lo anterior, surgió el proyecto *Ecohidrología para la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común* (CONACYT-PRONAI 318956), promovido por la Red de Monitoreo de Reservas de Agua (RedMORA). Dada la ambición de las metas, objetivos y actividades, la atención internacional en la ciencia, implementación y gobernanza está puesta en el país por su contribución potencial al seguimiento de la Declaración de Brisbane sobre caudales ambientales, su Plan de Acción Global y el Plan Global de Recuperación en la Pérdida de Biodiversidad de Agua Dulce ya que se sabe que solo el 17% de los ríos de caudal libre están protegidos (Arthington *et al.* 2018; Tickner *et al.* 2019; Perry *et al.* 2021).

El simposio recibió 42 participantes de 25 instituciones de educación superior, centros públicos de investigación y organizaciones de la sociedad civil, y se lograron alcanzar tres grandes acuerdos de trabajo colaborativo en el corto plazo. Primero, discutir y desarrollar una currícula académica en ecohidrología multinivel (p. ej., programas de sensibilización y capacitación para funcionarios públicos y tomadores de decisiones, diplomado y posgrado). Segundo, desarrollar y publicar un artículo de posicionamiento y, tercero discutir y acordar la renovación del Grupo Mexicano en Ecohidrología ante el Programa Regional del PHI-UNESCO (para mayor detalle consultar las Memorias del simposio en extenso).

El otro simposio se llamó “MexFlux: Monitoreando la interacción entre suelo-planta-atmósfera en ecosistemas representativos de México.” La Red Mexicana de Flujos Ecosistémicos (MexFlux) se consolidó hace más de diez años debido a la necesidad de un espacio para difundir y compartir experiencias e información. En el ámbito de la ecohidrología, es una red que monitorea el intercambio vertical (*i.e.*, de la superficie terrestre a la atmósfera) de gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono (CO₂) y vapor de agua (H₂O). Este intercambio de materia y energía es producido por procesos ecosistémicos, como la producción primaria o fotosíntesis, la respiración debida a la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos del suelo, y la respiración de las raíces y de hojas de la vegetación, así como el intercambio de agua entre los ecosistemas debido a la precipitación y evapotranspiración (vínculo suelo-planta-atmósfera) (Figura 2).

En este contexto, se ha propuesto a MexFlux como una herramienta a nivel nacional para diseñar, evaluar e informar soluciones climáticas naturales (p. ej., captura de carbono en ecosistemas y cambios en el balance de energía). Como red, congrega a



Figura 2. Torre meteorológica equipada con anemómetro ultrasónico y analizador de gases para estimar flujos de carbono y agua entre la superficie y la atmósfera. La imagen muestra la influencia de la brisa marina en el sitio de estudio, variable que incide sobre el balance de energía por lo que aún se analizan formas de medición. El sitio de estudio se encuentra en el rancho El Mogor, dentro del Valle de Guadalupe, Ensenada, Baja California. Este sitio de estudio cuenta con un monitoreo continuo desde 2008 a la fecha, con información de 10 a 20 Hz, es decir, 10 a 20 mediciones por segundo durante aproximadamente 15 años, siendo uno de los sitios con más información generada en México. La información de este sitio de estudio se encuentra disponible en el repositorio especializado de Ameriflux. Fotografía: © Alejandro Cueva Rodríguez.

unos 20 grupos de investigación dentro de México, así como con investigadores y agencias internacionales, y continúa en crecimiento. Este esfuerzo colaborativo actualmente se encuentra incluido en el Programa Mexicano del Carbono (PMC), que en el 2019 publicó su Primer Reporte del Estado de Ciclo del Carbono en México: Agenda Azul y Verde. De esta forma, MexFlux coadyuva a comprender la circulación del agua y el carbono a través de los ecosistemas, y cómo estos flujos responden ante el cambio global, fundamental para desarrollar alternativas de manejo, gobernanza y aportar elementos para políticas públicas sobre el desarrollo socioeconómico sin comprometer el funcionamiento y biodiversidad de los ecosistemas.

Durante el simposio se logró establecer una agenda a corto plazo donde se destaca buscar ideas en común sobre cómo los investigadores de MexFlux pueden ser anfitriones de investigadores internacionales dentro del FLUXNET Secondment Program, establecer el esquema de gobernanza de la red, realizar asambleas mensuales para continuar informando a la comunidad sobre las actividades y resultados. Posterior al VIII Congreso Mexicano de Ecología, se desarrollaron sesiones dedicadas a MexFlux en la reunión anual de Ameriflux, así como en el XIII Simposio Internacional del Carbono en México.

Comentarios finales

La ecohidrología es fundamental para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible asociados a la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, en particular los relativos al (6) Agua limpia y saneamiento, (13) Acción por el clima y (15) Vida de los ecosistemas terrestres. Sin embargo, se requiere trabajo colaborativo para detener y lograr revertir los efectos de la degradación del hábitat, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación y el cambio climático sobre los ecosistemas y, concretamente, los de ambientes de agua dulce. Entender el papel de la circulación del agua en el paisaje es una tarea que requiere de la coordinación activa entre especialistas en diferentes campos de las ciencias naturales como la biología y ecología, así como de las ciencias de la Tierra como la hidrología, hidráulica, geología y, por supuesto, de las ciencias sociales como la sociología, antropología, economía, política pública y el derecho ambiental. Por lo anterior, hacemos un llamado tanto a los colegios de biólogos y de ingenieros, como a cualquier gremio profesional que desee estudiar los retos del vínculo biósfera-hidrosfera-atmósfera para coadyuvar con soluciones integrativas a la altura de los desafíos que enfrenta la humanidad en el Antropoceno.

Agradecimientos

Los autores agradecen a El Colegio de la Frontera Sur (Proyectos 3102611964) y al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco por el apoyo brindado a través del Programa de Desarrollo por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (Proyecto R103-16-21).

Literatura citada:

- Arthington AH *et al.* 2018. The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows. *Frontiers in Environmental Science*, 6:45. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00045>.
- Comisión Nacional del Agua. 2019 (CONAGUA). Lineamientos para incluir volúmenes no comprometidos de aguas nacionales superficiales en los 10 decretos de reserva de agua, publicados el 6 de junio de 2018 a través de la Programación Hídrica. Diario Oficial de la Federación (27/06/2019). Consultado el 7 de febrero de 2023 de: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5564306&fecha=27/06/2019#gsc.tab=0.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2020. Programa Nacional Hídrico 2020-2024. Diario Oficial de la Federación (30/12/2020). Consultado el 7 de febrero de 2023 de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609188&fecha=30/12/2020#gsc.tab=0
- Grill G *et al.* 2019. Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature*, 569,215–221. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>.
- Perry D *et al.* 2021. Global Analysis of Durable Policies for Free-Flowing River Protections. *Sustainability*, 13:2347. <https://doi.org/10.3390/su13042347>.
- Salinas-Rodríguez S, van de Giesen N, McClain M. 2022. Inter-annual and seasonal variability of flows: Delivering climate-smart environmental flow reference values. *Water*, 14:1489. <https://doi.org/10.3390/w14091489>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2021. Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024. Diario Oficial de la Federación (8/11/2021). Consultado el 29 de mayo de 2023 de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/681172/PECC-2021-2024.pdf>.
- Tickner D *et al.* 2020. Bending the Curve of Global Freshwater Biodiversity Loss: An Emergency Recovery Plan. *Bioscience*, 70:330–342. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa002>.
- World Wide Fund For Nature (WWF). 2022. *Living Planet Report – 2022: Building a nature-positive society*. Almond R.E.A., Grooten M., Juffe Bignoli D. and Petersen T. (Eds). Gland, Switzerland. [En línea]. Consultado el 3 de febrero de 2023 de: https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/embargo_13_10_2022_lpr_2022_full_report_single_page_1.pdf.



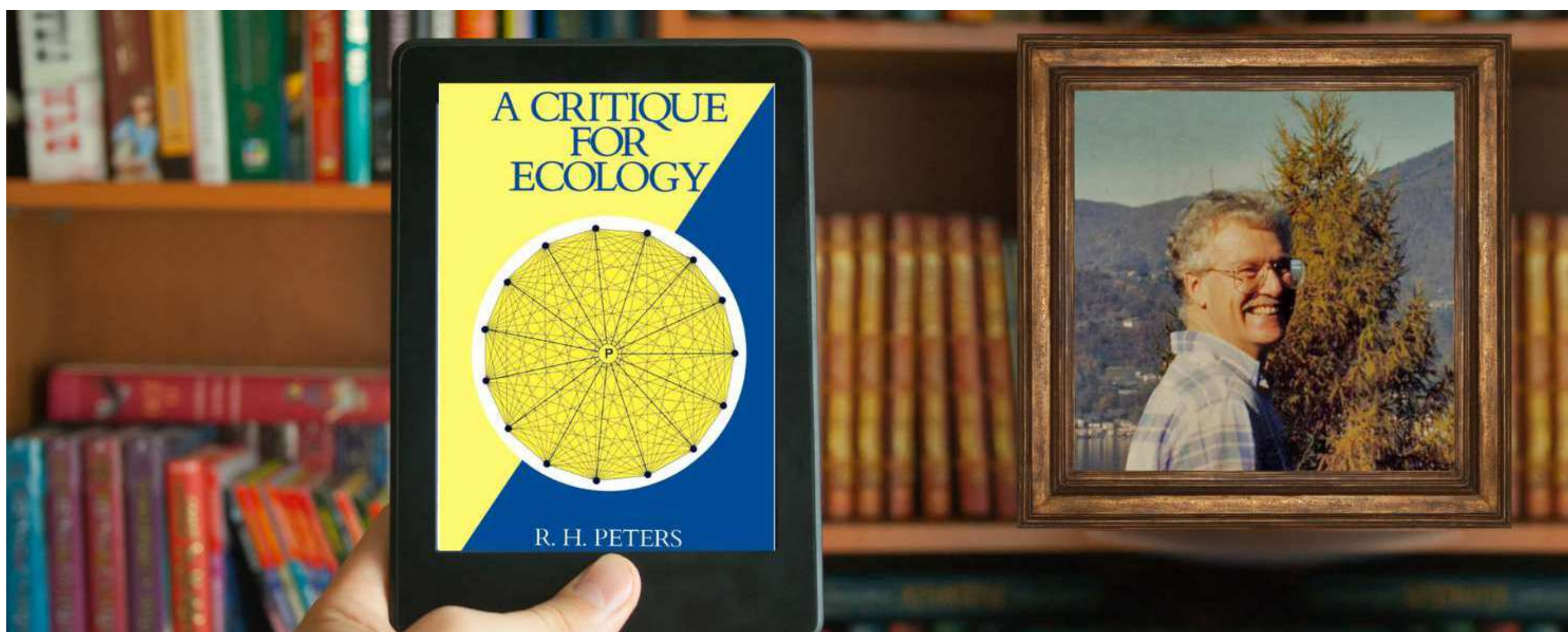
Sergio A. Salinas Rodríguez es un biólogo mexicano egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León (México) con maestría en Restauración de Ecosistemas por la Universidad de Alcalá de Henares (España) y doctorado en Recursos Hídricos por la Delft University of Technology (Países Bajos). Es Investigador Asociado de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa y miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Obtuvo becas de la Fundación Carolina (2007-2008), WWF- Prince Bernhard for Nature Conservation (2017) y de CONACYT (2017-2019) para completar estudios de posgrado. Su investigación se centra en la ciencia y práctica ambiental del agua tanto a escala de sitio y paisaje como regional y nacional. Es especialista en ecohidrología, ecohidráulica, relaciones alteración de caudal-respuesta ecológica, conectividad ecohidrológica, conservación, manejo y restauración de ecosistemas acuáticos, evaluación e implementación de caudales ecológicos, resiliencia y adaptación al cambio climático. Es autor de artículos científicos y del Sexto Reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Fue coordinador y líder temático de Agua y Ecosistemas Acuáticos de WWF México y miembro del Equipo de Seguridad Hídrica coordinado por el Programa Global de Agua Dulce de WWF Internacional. Desde estas posiciones condujo, coordinó y asesoró proyectos de conservación y manejo de agua y ecosistemas acuáticos en México, Latinoamérica, África y Asia. Fotografía: © Humberto Bahena Basave.

Contacto: ssalinas@ecosur.mx



Alejandro H. Cueva Rodríguez es Ingeniero en Ciencias Ambientales por parte del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON, 2007-2011). Obtuvo sus grados de Maestría en Ciencias de la Tierra (2011-2013) y Doctorado en Ciencias de la Vida (2013-2017) en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C. Fue investigador postdoctoral en la Universidad de Arizona (2017-2019), Universidad de California – Riverside (2019-2020), y en la Universidad Estatal de Arizona (2020- 2021). Actualmente es Investigador Asociado de El Colegio de la Frontera Sur. Sus intereses científicos son interdisciplinarios, abarcando ecología de ecosistemas, ingeniería y sustentabilidad, particularmente sobre las interacciones entre el ciclo del carbono e hidrológico y sus controles biofísicos a través del continuo suelo-planta-atmósfera, así como en el desarrollo y aplicación de tecnologías para el monitoreo y predicción de procesos ecosistémicos, tales como la productividad primaria bruta, la respiración del ecosistema (incluyendo respiración de plantas, metabolismo microbiano), y la evolución estructural y geoquímica del suelo. Fotografía: © Jason Talag.

Contacto: alejandro.cueva@ecosur.mx



Portada de libro *A critique for Ecology* y retrato de Robert H. Peters. Fotografías tomadas de Canadian Science Publishing

La crítica a la ecología de R.H. Peters y el rescate de la historia natural

Héctor Reyes Bonilla¹, Luis E. Calderón Aguilera², Roberto Carmona¹ y Horacio de la Cueva²

¹ Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz

² Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California

Resumen

En 1991, el investigador Robert H. Peters publicó una obra clave para el desarrollo de la ecología (*A critique for ecology*), en la cual manifestaba que los estudios observacionales tenían fuertes limitaciones para poder entender el funcionamiento de la naturaleza, y abogó por un cambio de visión en el cual se diera énfasis al enfoque experimental sobre el de la historia natural. Treinta años después y gracias a los enormes avances tecnológicos la ecología se ha transformado en una disciplina mucho más robusta; sin embargo, en paralelo se ha subestimado la relevancia de la observación en el campo y de la inclusión de aspectos descriptivos. En este trabajo abogamos por un balance entre ambos modos de abordar los problemas ecológicos con el fin de poder enfrentar de mejor forma los retos que esperan a los ecólogos en las próximas décadas.

Palabras clave

conservación, educación, filosofía de la ciencia

•••••

En 1991, Robert H. Peters (1946-1996), publicó *A critique for ecology*, una obra seminal que sugiere que mucho del trabajo ecológico desarrollado entre los años 1970 y 1990 debía catalogarse como “ciencia blanda”, ya que se reducía a la descripción de patrones y tendencias a partir de observaciones, sin utilizar la experimentación o la prueba

formal de hipótesis. Según Peters, la ecología era más historia natural sofisticada que ciencia moderna (con la experimentación en física y química como paradigmas). El autor también afirmaba que los productos de la investigación ecológica ayudaban a comprender la imagen general del comportamiento de la naturaleza, pero no eran muy útiles, prácticos o informativos en general, ya que no permitían realizar predicciones precisas para resolver problemas en la interfase ecología-sociedad. Esto representaba un problema para el avance de la disciplina y dificultaba que los datos científicos apoyaran los esfuerzos de manejo y conservación del capital natural.

Han pasado tres décadas desde la aparición del libro y la ciencia ecológica ha evolucionado mucho; sin embargo, en este periodo la aguja dio la proverbial vuelta de 180°, y quizá hemos llegado al extremo opuesto. La disponibilidad de herramientas tecnológicas y analíticas, los enormes reservorios nacionales e internacionales de información y bases de datos de libre acceso, la interacción con otras disciplinas (que abre el abanico de posibilidades de trabajo), y un cierto desdén hacia el trabajo de campo (Pringle 2023) han dado lugar a que una persona pueda hacer un estudio, digamos, sobre la pesquería de camarones sin haberse subido nunca a un barco o interactuado con un pescador ribereño; o bien, que alguien pueda estudiar la evolución de una especie, literalmente, sin haber visto a un organismo de dicha especie nadar, caminar o fotosintetizar en su hábitat.

Si aunamos a todo lo anterior la confianza desmedida y ocasionalmente acrítica que tienen las generaciones más jóvenes en la tecnología y la dificultad de realizar visitas a muchas regiones del país por cuestiones de inseguridad (especialmente aquellas poco exploradas) y por falta de apoyo presupuestal, el resultado es que la parte observacional y el uso de la historia natural de las especies como una herramienta de investigación ecológica han pasado a segundo término. Esto tiene consecuencias claras: cada vez que le pedimos a una audiencia de jóvenes de licenciatura o posgrado “díganme algo de la especie con la que trabajan que sepan por su propia experiencia, y no porque lo hayan leído”... muchas veces no hay respuesta.

A los autores de este artículo nos preocupa sobremanera que se esté perdiendo una de las bases fundamentales de la ecología, y que al llevar la crítica de Peters al extremo (es decir, abandonar la parte descriptiva y concentrarse solo en las pruebas de hipótesis), se subestime la relevancia de la observación de los organismos en su ambiente. Esta preocupación no es solo nuestra, sino también de otros investigadores que la han expresado, en un intento de resaltar a la historia natural como un elemento clave de la ecología moderna (Tosa *et al.* 2021). Ir al campo no solo representa una de las facetas más atractivas de la profesión: el contacto con los organismos y su entorno es esencial en la formación biológica al permitir el desarrollo de capacidades de observación y de integración de “lo que la naturaleza nos dice” con la información obtenida en la literatura y el experimento. Además, el trabajo con visión naturalista nos hace mucho

más críticos (“a mí nadie me platica: yo lo vi”), y escépticos a aceptar generalidades no siempre aplicables. Por último, “allá afuera” no solo encontramos especies sino a personas que hacen su vida diaria a partir del uso de los servicios que el ambiente nos ofrece. Conocer sus opiniones y perspectivas y aprovechar sus conocimientos, es fundamental para reforzar el compromiso cívico que debe asumir quien se dedique a la investigación científica. En suma, recuperar la historia natural es esencial para ayudar al cerebro a plantear preguntas interesantes e importantes, y además refuerza nuestra responsabilidad social.

Los autores de este texto ni somos tecnófobos ni creemos que todo tiempo pasado fue mejor (excepto en relación a la música); sería ridículo pedir a los nuevos investigadores y a los estudiantes que no aprovecharan las facilidades que hoy existen. Las tecnologías de todo tipo nos dan la capacidad de posar la mirada tan arriba o tan profundo como queramos. Gracias a ello, quienes practicamos la ecología podemos realmente estudiar de manera transversal los distintos niveles de organización de la materia viva y su interacción con la sociedad. Este es un tesoro que debe aprovecharse al máximo.

¿A dónde nos lleva todo esto? Nuestra sugerencia es sencilla: avancemos la ciencia ecológica en México aplicando la regla bíblica del justo medio, y veámonos holísticos para aprovechar lo mejor de los dos mundos. Hay que seguir con el aprendizaje y uso de las herramientas tecnológicas al alcance y las que el futuro nos depare, pero se debe seguir con el impulso para la realización del trabajo de campo. Tomar solamente el camino tecnológico y “aislado” para llevar a cabo la investigación ecológica no es la mejor estrategia si consideramos los enormes retos que implican los cambios económicos y ecosistémicos que se prevén para las próximas décadas. Esos cambios nos obligarán como profesionales a tomar un papel más activo para la preservación de la naturaleza y los servicios que nos proporciona; ¿qué mejor que hacer esto como una amalgama de lo mejor que la historia natural y la tecnología nos pueden ofrecer?

Literatura citada:

- Tosa MI *et al.* 2021. The rapid rise of next-generation natural history. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9:698131.
- Peters RH. 1991. *A critique for ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pringle RM. 2023. Wolves, otters, ungulates, and a promising path for ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 120:e2221817120.

¿Quiénes escriben?



Contacto:

hreyes@uabcs.mx

Héctor Reyes Bonilla es Doctor en Biología Marina y Pesquerías por la Universidad de Miami, 2004. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel 3) y de la Academia Mexicana de Ciencias. Obtuvo el Reconocimiento a la Conservación de la Naturaleza 2012 otorgado por SEMARNAT en la categoría de Investigación, y cuenta con más de 250 publicaciones arbitradas y más de 7000 citas a sus trabajos. Fue presidente de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos, co-coordinador de Relaciones Internacionales en Ecosistemas Acuáticos del Programa Mexicano del Carbono, y es miembro del Consejo de la Sociedad Internacional de Estudios Arrecifales y del Grupo de Especialistas de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Colabora como revisor de propuestas para el ingreso a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y con la autoridad CITES de México, y forma parte de los consejos consultivos del Fondo Noroeste (FONNOR), del Fondo Golfo de California (FMCN) y del Centro Mexicano para la Defensa del Medio Ambiente (DAN).



Contacto:
lca@cicese.mx

Luis Eduardo Calderón Aguilera es Doctor en Ciencias del Mar por la Universidad Politécnica de Cataluña. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel III, y fue distinguido con el Premio al Mérito Ecológico 2020 en la categoría de investigación. En reconocimiento a su labor académica, le han dedicado dos nuevas especies: *Diastyllis calderoni* (Cumacea: Crustacea) y *Caprella calderoni* (Caprellidae: Crustacea). Su línea de investigación se enfoca en la ecología de ecosistemas marinos costeros y mesofóticos y el efecto del cambio climático sobre su estructura y función.



Contacto:
beauty@uabcs.mx

Roberto Carmona es Doctor en Ciencias por la Universidad Autónoma de Baja California en 2006. Desde hace 36 años se desempeña como investigador titular en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Pertenece al SNI desde 2000. A la fecha ha publicado más de 150 trabajos de investigación y divulgación en revistas nacionales e internacionales y ha dirigido 50 tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Realiza estudios de ecología de aves acuáticas en el noroeste de México; su grupo taxonómico de trabajo más destacado son las aves playeras. En 2019 recibió el reconocimiento Lewis W. Oring Lifetime Achievement Award for Shorebird Research, por el Western Hemisphere Shorebird Group. En conservación, por su iniciativa y en colaboración con Pronatura Noroeste, se han incluido o reclasificado siete sitios mexicanos ante la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras, a lo que se suma la inclusión de cuatro especies de aves playeras a la Norma Oficial Mexicana NOM-059.



Autor de correspondencia,
contacto:
cuevas@cicese.mx

Horacio de la Cueva es Doctor en Zoología por la Universidad de Columbia Británica, Vancouver, Canadá, con estudios sobre la mecánica de vuelo animal. Investigador Titular del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, imparte ecología, estadística, evolución, manejo, conservación y filosofía de la biología. Ha dirigido 39 tesis de maestría y dos de doctorado, publicado 53 artículos científicos, cinco capítulos de libro, dos libros y numerosos artículos de difusión. Participó en la reintroducción del cóndor de California y trabaja en la conservación de la vaquita. Fundador de Terra Peninsular, A.C., dedicada a la conservación de paisajes en Baja California y la Sonoran Joint Venture, alianza internacional de conservación de aves en el noroeste de México y el suroeste de los USA.



Área en proceso de restauración ecológica con siembra de especies nativas en Calakmul (Campeche). Fotografía: Pilar Angélica Gómez Ruiz

Decálogo de buenas prácticas para la restauración ecológica de ecosistemas

Pilar Angélica Gómez Ruiz

Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), Mérida, Yucatán

Resumen

No existen recetas mágicas ni soluciones instantáneas para recuperar ecosistemas degradados o destruidos. En años recientes, y especialmente desde que inició la Década para la Restauración de los Ecosistemas (2021-2030) declarada por la ONU en 2019, el interés, la financiación y los esfuerzos para lograr esta recuperación, que es a lo que hace referencia la restauración, han incrementado considerablemente a nivel mundial. Sin embargo, la restauración ecológica no es una moda, ni se debe tomar a la ligera ya que, si no se realiza con base en conocimientos especializados, ni se tienen en cuenta las particularidades ecológicas y sociales de los sitios por restaurar, se puede generar o intensificar una problemática más que abonar a una solución. Por tanto, para desarrollar cualquier proyecto de restauración es necesario tener en cuenta algunas consideraciones generales que ayuden a llevar a buen término los procesos de intervención, independiente del tipo de ecosistema. Se presenta aquí un decálogo que sintetiza algunos aspectos importantes para promover las buenas prácticas en la restauración de ecosistemas y que puede usarse como una lista de verificación para lograr mayor probabilidad de buenos resultados en términos de la recuperación de los ecosistemas y mejorar la calidad de vida de las personas involucradas.

Palabras clave

comunidades, diagnóstico, implementación, monitoreo, planeación, recuperación

La restauración ecológica busca recuperar la composición de especies, estructura, interacciones y funciones ecológicas de ecosistemas degradados. Para esto, se utilizan diversas estrategias que responden a necesidades específicas del área que se quiere recuperar, por lo cual su aplicación es dependiente del contexto, respecto a las condiciones ecológicas y sociales. Actualmente hay un gran interés en la restauración de ecosistemas, por ser considerada una medida eficaz para revertir los impactos de la deforestación, la degradación ambiental y el cambio climático, entre otros. Pero lograr esta recuperación ecológica e incrementar los beneficios que las personas obtienen de ello, implica que las actividades de restauración se realicen con base en el mejor conocimiento científico disponible, junto con la responsabilidad y ética necesarias en su planeación y ejecución. Existen estándares y principios que guían la restauración de ecosistemas a nivel mundial; no obstante, aún hay varios aspectos más específicos que conviene resaltar y tener en cuenta para desarrollar cualquier proceso de restauración y que tenga una mayor probabilidad de éxito, los cuales se presentan a continuación en forma de decálogo (Figura 1):



Figura 1. Esquema del decálogo de buenas prácticas para la restauración ecológica de ecosistemas. Elaboración propia

1. Incluir asesoría especializada

El conocimiento e información científica es indispensable para guiar la planeación, implementación y seguimiento de cualquier proceso de restauración, desde teorías y conceptos ecológicos hasta información particular del ecosistema de interés. Los enfoques de restauración actuales integran aspectos ecológicos y sociales, lo cual hace necesaria la participación de especialistas de diversas disciplinas. Desafortunadamente, la “moda” de la restauración ha llevado a que el diseño y la ejecución de proyectos quede a cargo de personas con poca o nula preparación y experiencia. Por lo tanto, las acciones pueden no desarrollarse adecuadamente, ni lograrse los objetivos, e inclusive podría incrementar la degradación o causar la pérdida del ecosistema que se pretende recuperar.

2. Definir el alcance y el tipo de restauración apropiados

La restauración no implica un camino unidireccional ni tiene necesariamente una meta única; existen alternativas de recuperación que no necesariamente implican restablecer el ecosistema tal cual como estaba previo a su degradación (restauración *sensu stricto*). Una opción es la rehabilitación, que es una recuperación parcial del ecosistema enfocada en procesos y funciones; otra opción es el reemplazo, que consiste en recuperar alguna función, componente o servicio cuando es imposible regresar a la condición original (Bradshaw 1996). Recientemente se ha propuesto que la restauración es un continuo de "actividades recuperativas" que pueden mejorar las condiciones ambientales y revertir el deterioro de los ecosistemas y la fragmentación del paisaje (Gann *et al.* 2019). Por ejemplo, al considerar el componente social de manera explícita y en una escala de paisaje, la restauración puede ser de tipo productivo; es decir, se promueve la recuperación del ecosistema y su productividad con técnicas agroforestales y silvopastoriles.

3. Realizar un diagnóstico social y ecológico inicial

Antes de cualquier intervención es indispensable conocer las condiciones de las áreas que se quieren restaurar, tal como la evaluación que realiza un médico que, con base en análisis y estudios particulares, puede definir un tratamiento para determinada afección. También es importante establecer un ecosistema de referencia, que es un área en buen estado de conservación cuyas características pueden ayudarnos a definir los objetivos de la restauración; este referente permite una mejor planeación del proceso y sirve como punto de comparación para evaluar si la recuperación avanza en la trayectoria deseada (SER 2004). Además, se deben evaluar aspectos sociales, como la organización territorial, medios de vida, amenazas para los ecosistemas, características socioeconómicas, entre otros, para generar una línea base de las condiciones de las comunidades y con ello poder evaluar posteriormente los beneficios generados por la restauración.

4. Promover la vinculación y participación de múltiples actores

Una restauración efectiva se fundamenta en la construcción de un proceso colaborativo que considera tanto las necesidades ecológicas como los intereses de todas las personas que tengan relación con el ecosistema a restaurar: habitantes o propietarios individuales y comunales, autoridades, organizaciones civiles y especialistas; sin olvidar grupos históricamente marginados, como las mujeres (Figura 2). Es importante considerar sus opiniones, conocimiento e intereses para que el proceso tenga el respaldo y visto bueno de todos los grupos participantes (Gómez-Ruiz *et al.* 2022). Esta construcción colectiva es necesaria para establecer o reestablecer una relación positiva entre la sociedad y la naturaleza, ya que la restauración no solo ayuda a la recuperación de los ecosistemas, sino que también puede contribuir a mejorar la gobernanza, el sentido de pertenencia y la integración en las comunidades.



Figura 2. Grupo de mujeres del ejido El Palmar participantes de un proceso de restauración ecológica de manglares en la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla. Fotografía: P.A. Gómez-Ruiz

5. Integrar el conocimiento local

Un aspecto clave es el conocimiento tradicional que poseen las comunidades sobre sus ecosistemas, el cual puede contribuir en gran medida a la restauración (Uprety *et al.* 2012). Esto puede incluir desde los usos de las especies, su distribución, sus épocas de floración y fructificación e interacciones, hasta técnicas para la recolección y propagación de semillas, métodos de siembra, temporadas adecuadas para implementar las acciones y formas de evaluar algunas variables. Gran parte de esta información se ha transmitido a lo largo de varias generaciones mediante tradición oral, usos y costumbres, por lo cual es poco factible encontrarla documentada. Por esto es fundamental dialogar e interactuar con diferentes integrantes de las comunidades y recopilar esta información, que puede enriquecer notablemente el proceso.

6. Impulsar la sinergia de acciones

Muchos procesos se enfocan, por costos y tiempo, en una única acción de restauración. Sin embargo, en algunos casos es posible poner en marcha un conjunto de acciones dirigidas a recuperar diversos elementos y procesos del ecosistema. Por ejemplo, incrementar la cobertura vegetal puede hacerse por siembra directa de semillas y (o) plántulas –preferiblemente de especies nativas, además de la instalación de perchas artificiales para que las semillas dispersadas por aves germinen, se establezcan y favorezcan la recuperación natural del ecosistema, e incluso hacer trasplantes de suelo que contengan un banco de semillas y microorganismos asociados. Esto puede potencializar los efectos de cada acción y acelerar el proceso de recuperación.

7. Incluir el monitoreo como parte del proceso

Un error muy común es no incluir la fase de monitoreo (evaluación de seguimiento) como parte del proceso de restauración, que es lo que permite demostrar si se está logrando el cumplimiento de los objetivos propuestos. Otro error es que no se visualiza el monitoreo desde el inicio del proceso, lo cual es necesario para disponer de presupuesto y definir criterios, y así poder obtener las evidencias sobre cómo avanza la restauración. El monitoreo efectivo de la restauración se considera desde el diagnóstico, la implementación de las acciones y finaliza hasta que se alcanzan los objetivos (Holl y Cairns 2002). También es muy importante impulsar el monitoreo comunitario (Figura 3), que puede promover la apropiación de los proyectos y con ello dar mayores garantías para su continuidad a largo plazo.



Figura 3. Miembros de la comunidad del ejido El Palmar durante un taller de capacitación sobre técnicas de monitoreo de manglares. Fotografía: P.A. Gómez-Ruiz

8. Mantener un enfoque adaptativo

El camino de la restauración no está escrito en piedra. Por más conocimiento que se tenga del ecosistema, pueden suceder eventos inesperados (de tipo climático, por ejemplo) que modifiquen la trayectoria del proceso de recuperación. También es posible que alguna de las acciones implementadas no genere los resultados esperados. Con el monitoreo se puede evidenciar algún aspecto que no funcione como estaba previsto, para entonces revisar en qué ha fallado la estrategia y actuar a tiempo para hacer las correcciones pertinentes. Para ello, se debe tener el conocimiento y la capacidad necesarios para realizar las mejoras e intervenciones que permitan restablecer el camino de recuperación. El manejo adaptativo se refiere a los correctivos, ajustes o adiciones que se deben hacer para recuperar la trayectoria deseada (Salafsky *et al.* 2001).

9. Incentivar la generación de beneficios a largo plazo para las comunidades

Hoy en día se reconoce que también es fundamental la restauración del componente social. Con la recuperación de un ecosistema, las comunidades pueden obtener y mantener beneficios directos y tangibles que mejoren su calidad de vida y les permitan la diversificación de sus actividades económicas mediante prácticas más sustentables para un mejor aprovechamiento de sus recursos naturales. Los beneficios de la restauración también se derivan del fortalecimiento de las capacidades individuales y comunitarias por medio de capacitaciones y apoyo a emprendimientos asociados a la restauración. Es importante monitorear estos beneficios, algo a la fecha poco común (o rara vez reportado), lo cual puede mejorar la toma de decisiones a escala local e incluso de paisaje (Martin y Lyons 2018).

10. Difundir los resultados y las lecciones aprendidas

En la historia de la restauración probablemente son más numerosos los fracasos que los éxitos, esto debido a múltiples factores entre los que destaca la falta de información disponible. Por esto, es necesario compartir información sobre la construcción del proceso y los resultados, tanto positivos como negativos, con todos los participantes, y además informar a diversos públicos, para que la información y el conocimiento generado en cada proceso pueda ser utilizado en experiencias y contextos similares. Vale la pena resaltar que es necesario transmitir la información generada a las comunidades involucradas como parte de los compromisos de colaboración, esto ayuda a promover el sentido de pertenencia por los procesos que han ayudado a construir.

Agradecimientos

Agradezco a todos los colegas, estudiantes, comunidades y miembros de diversas organizaciones con quienes he tenido la oportunidad de platicar y discutir sobre estos aspectos en múltiples espacios y momentos; en particular, a Ángela Cuervo Robayo por su revisión y sus comentarios que enriquecieron este documento. Agradezco a los revisores del comité editorial quienes aportaron modificaciones significativas y constructivas para la versión final del documento.

Literatura citada:

- Bradshaw AD. 1996. Underlying principles of restoration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53 (Supplement 1):3–9.
- Gann GD *et al.* 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 27(S1):S1–S46.
- Gómez-Ruiz PA *et al.* 2022. Fostering a participatory process for ecological restoration of mangroves in Pantanos de Centla Biosphere Reserve (Tabasco, Mexico). *Ecosystems and People*, 18:112-118.
- Holl KD, Cairns Jr J. 2002. Monitoring and appraisal. En M Perrow M, AJ Davy, eds. *Handbook of ecological restoration. Vol. 1 Principles of restoration*. Cambridge: Cambridge University Press, 411-432.
- Martin DM, Lyons JE. 2018. Monitoring the social benefits of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 26:1045-1050.
- Salafsky N, Margoluis R, Redford K. 2001. Adaptive management: A tool for conservation practitioners. Washington: Biodiversity Support Program, World Wildlife Fund.
- SER. 2004. The SER primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration International, Science and Policy Working Group, <http://www.ser.org/>
- Uprety Y *et al.* 2012. Contribution of traditional knowledge to ecological restoration: practices and applications. *Écoscience*, 19:225-237.

¿Quién escribe?



Contacto:
pilarangelica@gmail.com
pilar.gomez@cicy.mx

Pilar Angélica Gómez Ruiz es Bióloga y Magíster en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional de Colombia y realizó sus estudios de Doctorado en Ciencias en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es Investigadora Asociada C en la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores en el nivel I. Tiene el reconocimiento de Practicante Certificada de Restauración Ecológica (CERP) otorgado en 2018 por la Society for Ecological Restoration, por su trayectoria y conocimientos en el campo de la restauración de ecosistemas. Fue Catedrática de CONACYT (Investigadores por México) durante el periodo de noviembre de 2017 a enero 2023. Actualmente es Co-coordinadora General de la Red Mexicana para la Restauración Ambiental (REPARA). Ha participado y asesorado diversos proyectos de investigación en restauración ecológica en diversos ecosistemas tropicales de Colombia y México. Sus principales intereses de investigación están relacionados con la ecología funcional, interacciones bióticas, recuperación de servicios ambientales y restauración participativa.





Vista desde el dron de los bosques y lagunas de la península de Yucatán. Fotografía: Eduardo Pinel-Ramos

Los drones como herramienta para el estudio y conservación de fauna silvestre

Eduardo Pinel-Ramos^{1,2}, Filippo Aureli^{1,2}, Denise Spaan^{1,2}

¹ Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz

² ConMonoMaya, A.C., Chemax, Yucatán

Resumen

Los drones se han convertido en una herramienta valiosa para el estudio y conservación de los ecosistemas y la fauna silvestre por su versatilidad y eficiencia en el desarrollo de diferentes actividades como el monitoreo de poblaciones de fauna silvestre, mediante conteos de grupos o individuos, así como para detectar actividades ilegales como la caza furtiva y la tala ilegal. Este tipo de monitoreo puede ser más económico y rápido que otros métodos, además de que permite realizar muestreos en lugares remotos y de difícil acceso. Sin embargo, los drones pueden también tener desventajas como alterar temporalmente el comportamiento de los animales y presentar limitaciones técnicas. Por lo tanto, es importante que se utilicen con precaución y se tengan en cuenta los posibles impactos negativos sobre las especies estudiadas. En México, hemos observado que es posible utilizar drones equipados con distintos tipos de cámara para el monitoreo de poblaciones silvestres de monos araña (*Ateles geoffroyi*) en Los Árboles Tulum, Tulum, Q. Roo. A pesar de contar con resultados positivos, todavía hay limitaciones que se deben enfrentar para que esta herramienta pueda ser utilizada de manera estandarizada en las diferentes zonas de distribución de los monos araña.

Palabras clave

cámaras, monitoreo de poblaciones, monos araña, vehículos aéreos no tripulados

En las últimas décadas, el uso de nuevas tecnologías ha sido parte fundamental en el estudio y conservación de la fauna silvestre a nivel mundial. Un ejemplo muy conocido es el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) para realizar el monitoreo de individuos y obtener información sobre sus rutas de desplazamiento, ámbito hogareño, distancias de dispersión de individuos y otros atributos poblacionales. Esta información ha permitido desarrollar estrategias más efectivas para el manejo y la conservación de las especies.

Un ejemplo reciente de nuevas tecnologías usadas para el estudio de fauna silvestre es el caso de los drones. Los drones son vehículos aéreos no tripulados controlados remotamente por un piloto a través de un *software* que permite planear rutas de vuelo de manera autónoma (Christie *et al.* 2016). Los drones son utilizados para el desarrollo de diversas actividades como la vigilancia, fotografía, filmación y estudios topográficos. También pueden ser equipados para la colecta de datos sobre fauna silvestre, usando diferentes instrumentos como cámaras, linternas y altoparlantes de sonido.

Entre los drones más comúnmente utilizados en estudios de fauna silvestre se encuentran los drones de alas fijas y los de varios rotores, conocidos como multirotor (Figura 1). Estos dos tipos de drones se diferencian entre sí por el tiempo de duración de sus baterías, la distancia de vuelo, la experiencia requerida por parte del piloto y su precio. Por lo anterior, la elección del tipo de dron va a depender del objetivo del estudio y de los recursos económicos disponibles (Christie *et al.* 2016).

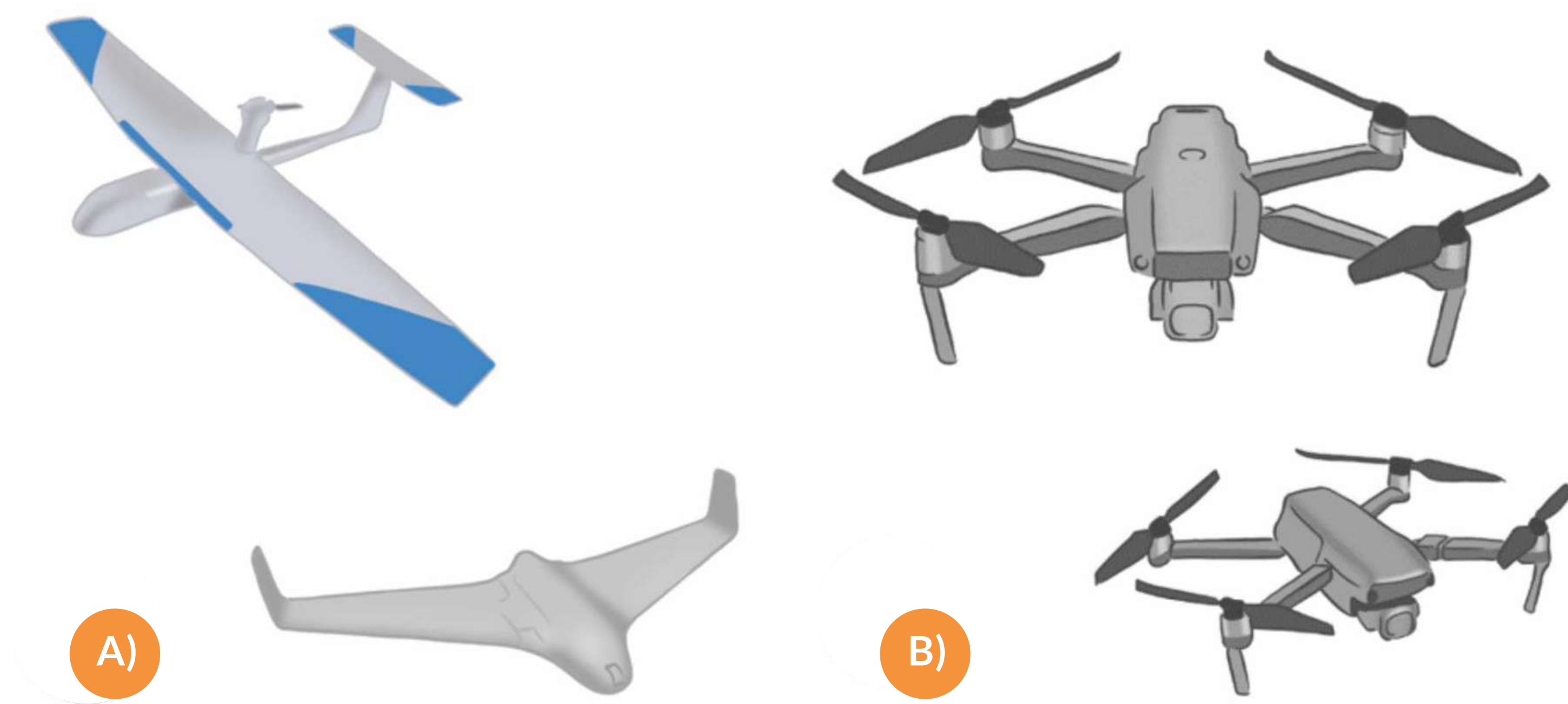


Figura 1. Ejemplo de los dos tipos de drones más comúnmente utilizados en estudios ecológicos, A) drones de alas fijas y B) dron multirotor. Ilustraciones: Aranza María Hernández Gómez

Los drones son herramientas cada vez más populares entre biólogos, ecólogos y conservacionistas para estudios ecológicos. Algunas de las ventajas de utilizar drones son: 1) mayor eficiencia de muestreo, ya que los drones permiten cubrir una mayor área de terreno de manera más rápida en comparación con métodos tradicionales como el conteo directo de individuos a través de transectos lineales, lo que conlleva un ahorro de tiempo y dinero; 2) mayor alcance, debido a que los drones pueden ser utilizados para monitorear áreas remotas o de difícil acceso; 3) mayor distancia de las especies de interés, lo que podría ayudar a disminuir el grado de perturbación o estrés de los individuos; 4) imágenes de alta resolución a diferentes alturas, lo que permite poder obtener imágenes tanto de las especies de fauna estudiadas así como de los ecosistemas donde estas viven.

Los drones son utilizados para una gran variedad de tareas, desde la recopilación de datos sobre la distribución de especies y sus hábitats (Wich y Koh 2018) hasta la identificación de individuos para monitorear su comportamiento (Koger *et al.* 2023). Los drones equipados con cámaras de alta resolución RGB (cámaras con un sensor capaz de captar la luz en el espectro de colores visible para el ojo humano) o con cámaras térmicas (que detectan y miden la energía infrarroja de los objetos para convertirla en una imagen visible al ojo humano) son de los más utilizados para tomar imágenes y videos de fauna silvestre en estudios en su hábitat natural (Christie *et al.* 2016; Wich y Koh 2018). También, son útiles para clasificar los hábitats de especies de interés y con esta información determinar áreas prioritarias para la conservación (Wich y Koh 2018). De igual manera, se pueden utilizar drones para la estimación de recursos energéticos disponibles, por ejemplo, a través de la estimación de índices de productividad del bosque o el conteo directo del número de árboles con frutos (van Andel *et al.* 2015).

A pesar de las ventajas mencionadas, el uso de drones también presenta algunas desventajas por: 1) las restricciones legales para el uso y pilotaje de drones que varían por país, por lo que es necesario informarse previamente sobre los requisitos legales del lugar en donde se realizará el estudio; 2) la limitación de los vuelos dependiendo de la duración de la batería que puede impedir el monitoreo de áreas muy extensas o la realización de vuelos de tiempo prolongado; 3) las condiciones meteorológicas como la lluvia y corrientes fuertes de viento que pueden imposibilitar un desarrollo seguro de los vuelos; 4) los costos de los drones que varían según la marca y las características específicas de cada uno; 5) el posible impacto negativo sobre las especies monitoreadas, debido a que la operación del dron puede generar estrés en los individuos y sesgar los resultados de las especies estudiadas. Por lo anterior, es importante considerar estas desventajas, así como las posibles implicaciones éticas sobre las especies al momento de realizar estudios con drones (Christie *et al.* 2016; Wich y Koh 2018).

El uso de drones para el estudio de la fauna silvestre en México es una práctica relativamente reciente, pero que ha crecido rápidamente en los últimos años. Actualmente las especies y temáticas estudiadas en el país son muy diversas, desde el monitoreo acústico y visual de ballenas grises (Frouin-Mouy *et al.* 2020), hasta la determinación de la distribución de tortugas marinas (Cuevas *et al.* 2020). Los estudios con animales terrestres son menos comunes. En la península de Yucatán, hemos estado trabajando en la implementación de drones equipados con cámaras de alta resolución RGB y cámaras térmicas infrarrojas para determinar la distribución del mono araña de Geoffroy (*Ateles geoffroyi*; Figura 2), una especie de primate arborícola, de movimientos rápidos, que vive en grupos grandes con un alto grado de dinámica de fisión-fusión (los individuos se separan en subgrupos de menor tamaño, con una composición variable durante el día). Debido a estas características, es difícil monitorear sus poblaciones con métodos tradicionales. Sin embargo, es urgente su estudio porque es una especie en peligro de extinción.

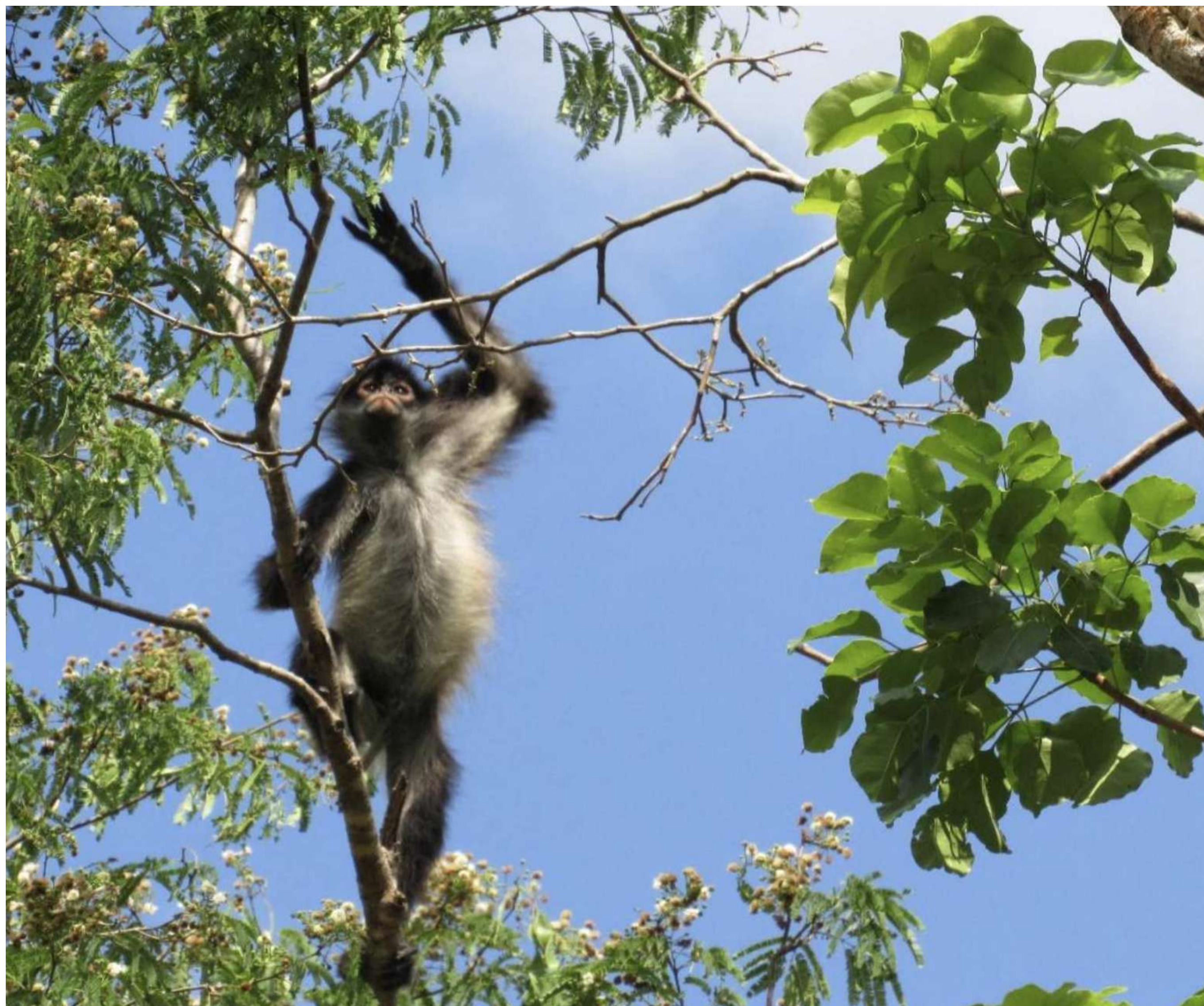


Figura 2. Mono araña de Geoffroy (*Ateles geoffroyi*) juvenil. Fotografía: Denise Spaan

Los monos araña han sido detectados en videos grabados con el dron, con una cámara RGB, a una altura de 10 m sobre el dosel de los árboles cuando el dron fue volado intencionalmente arriba de un subgrupo de monos araña (Spaan *et al.* 2022; Figura 3). Sin embargo, estudios realizados en lugares donde se desconoce si están presentes, dieron como resultado tasas de detección bajas (*i.e.*, bajo número de videos en los que se detectó la presencia de monos araña en relación con el número total de videos). Probablemente estas bajas tasas se deben a que, aunque los monos se encuentren presentes en el área de muestreo, se pueden desplazar fuera del área de visión del dron. Esto, debido a que el tiempo que pasa el dron arriba de cada lugar dentro del área muestreada es corto (unos pocos segundos, dependiendo de la velocidad a la cual se realiza el vuelo), lo que se relaciona con una baja probabilidad de grabar a los individuos. Es factible que a medida que avance la tecnología de los drones, algunas de estas limitantes puedan ser superadas. Por ejemplo, es posible que en nuevos modelos la duración de la batería sea mayor y esto permita cubrir una mayor área de muestreo durante el vuelo o realizar varias repeticiones de un mismo sitio. Esta limitación puede resolverse de manera parcial al contar con varias baterías de repuesto o recargar las baterías utilizadas. Sin embargo, las baterías son costosas por lo que su precio puede ser un factor limitante para su adquisición y en muchos lugares donde se realizan los monitoreos de fauna no se cuenta con el servicio de energía eléctrica por lo que recargar las baterías no siempre es una solución factible. Además de esto, la limitante del corto tiempo de muestreo sobre cada punto dentro del área con vuelos preprogramados es más difícil de resolver, por lo que el uso de drones con cámaras térmicas podría ser una mejor opción.



Figura 3. Mono araña captado durante un vuelo de dron con una cámara RGB desde una altura de 50 m sobre el suelo y con la cámara a un ángulo de -90° . Fotografía: Eduardo Pinel-Ramos

Los drones equipados con cámaras térmicas pueden detectar y contar monos arañas presentes durante sus vuelos (Spaan *et al.* 2019; Figura 4). Esta aproximación parece tener una mayor probabilidad de éxito, ya que los vuelos con drones equipados con cámaras térmicas se realizan alrededor del amanecer y del atardecer cuando la temperatura corporal de los monos araña y la temperatura de los demás elementos del ambiente (como las hojas, ramas o el tronco de los árboles) presenta grandes diferencias, haciendo más fácil detectar y contar los monos (Wich y Koh 2018). De igual forma, al realizar los vuelos arriba de los árboles dormideros se espera que los monos araña permanezcan quietos por estar dormidos en las ramas superiores de los árboles, lo que aumenta la probabilidad de que sean grabados durante los vuelos.

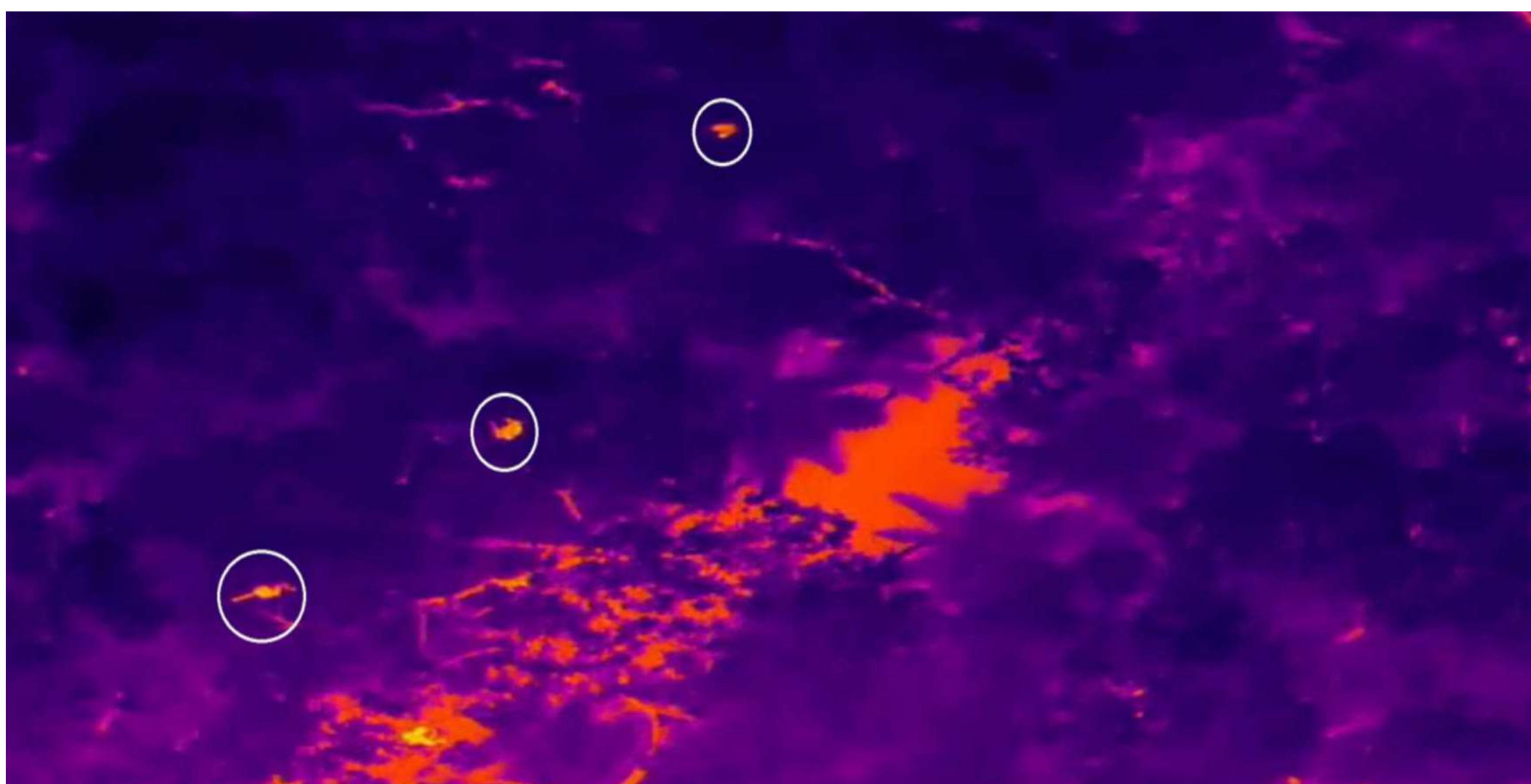


Figura 4. Ejemplo de una imagen tomada por la cámara térmica montada en un dron en la que se distinguen tres individuos de mono araña (dentro de círculos blancos) de los elementos del entorno (hojas y ramas de color morado lo que indica una menor temperatura) y segmentos de un camino de tierra (de color naranja debido a la temperatura acumulada durante el día) en un área de muestreo de 34 m de ancho y 27 m de largo en una fotografía tomada a 50 m de altura sobre el suelo. Fotografía: Eduardo Pinel-Ramos

En conclusión, los drones son herramientas útiles que representan una gran oportunidad para obtener información científica relevante para la toma de decisiones en pro de la conservación de especies silvestres. Dado que los drones aún presentan limitaciones, es importante informarse previamente y tomar en cuenta tanto las ventajas como las desventajas de su uso en comparación con otros métodos de muestreo, así como las características de la especie de estudio para determinar si son la mejor opción para el proyecto a realizar.

Agradecimientos

Este trabajo es posible gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONACYT: CVU: 1107752].

Literatura citada:

- Christie KS *et al.* 2016. Unmanned aircraft systems in wildlife research: current and future applications of a transformative technology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14:241-251.
- Cuevas E *et al.* 2020. First spatial distribution analysis of male sea turtles in the southern Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science*, 7:561-846.
- Frouin-Mouy H *et al.* 2020. Using two drones to simultaneously monitor visual and acoustic behaviour of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Baja California, Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 525:151-321.
- Koger B *et al.* 2023. Quantifying the movement, behaviour and environmental context of group-living animals using drones and computer vision. *Journal of Animal Ecology*, 00:1-15.
- Spaan D *et al.* 2019. Thermal infrared imaging from drones offers a major advance for spider monkey surveys. *Drones*, 3:1-19.
- Spaan D *et al.* 2022. Detecting spider monkeys from the sky using a high-definition RGB camera: a rapid-assessment survey method? *Biodiversity and Conservation*, 31:479-496.
- van Andel AC *et al.* 2015. Locating chimpanzee nests and identifying fruiting trees with an unmanned aerial vehicle. *American Journal of Primatology*, 77:1122-1134.
- Wich SA, Koh LP. 2018. *Conservation drones: mapping and monitoring biodiversity*. Oxford: Oxford University Press.

¿Quiénes escriben?



Contacto:

eduardo.jose.pinel@gmail.com

Eduardo Pinel-Ramos es estudiante de Doctorado del Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana. Su tesis de doctorado está enfocada en examinar la importancia de los bosques en regeneración para la conservación de los monos araña en la península de Yucatán. Obtuvo su título de Maestría en Ciencias Biológicas en la Universidad de Los Andes en Colombia. Tiene más de 10 años de experiencia trabajando con diferentes especies de primates en diferentes países de Latinoamérica. Sus principales enfoques de investigación han sido la ecología y la conservación de los primates neotropicales.



Contacto:

faureli@uv.mx

Filippo Aureli es Investigador Titular del Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana. Tiene más de 20 años de experiencia trabajando con monos araña en la península de Yucatán y Costa Rica. Es uno de los fundadores de la asociación civil ConMonoMaya A.C., cuyo objetivo es ayudar a la conservación del mono araña en la península de Yucatán mediante la investigación científica y programas de educación ambiental con las comunidades locales.



Contacto:

dspaan@uv.mx

Denise Spaan es Investigadora Titular del Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana. Obtuvo su título de Maestría en Conservación de Primates en la Universidad de Oxford Brookes en Inglaterra. Realizó su Doctorado en Neuroetología en la Universidad Veracruzana. Tiene más de nueve años de experiencia trabajando con monos araña en la península de Yucatán y es una de las promotoras en el uso de drones como herramienta práctica para generar conocimiento y ayudar a la conservación de los monos araña en Latinoamérica.

[Regresar al índice](#)





Pez mosquito oriental (*Gambusia holbrooki*). Fotografía: Daniele Ritella Photography, Naturalista

Peces invasores y cópulas forzadas: consecuencias para las poblaciones nativas

Karla Natividad García Cabello y Vianey Palomera Hernández

Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México

Resumen

En un gran número de especies animales, las estrategias reproductivas de los machos van más allá de cortejar a las hembras o pelear con otros machos para lograr acceder a la cópula. Se ha observado que los machos de algunas especies dependen de las cópulas forzadas o el hostigamiento para lograr un mayor número de apareamientos. Este tipo de estrategias reproductivas las podemos ver tanto entre machos y hembras de la misma especie, como de diferentes especies. Éste es el caso de las especies invasoras sobre las especies nativas. En estudios previos se ha encontrado que la presencia de especies invasoras puede tener un impacto negativo en las especies nativas, ya sea por competencia de recursos como alimento o refugio, pero también por los intentos de cópulas forzadas de los machos invasores hacia las hembras nativas. Ejemplo de ello lo encontramos en algunos peces invasores de la familia Poecillidae; los machos del pez mosquito oriental y el gupi hostigan a las hembras hasta lograr cópulas, aunque sea de manera forzada, lo que puede tener un impacto negativo en las poblaciones de especies nativas.

Palabras clave

cópulas forzadas, especies nativas, selección sexual, especies invasoras, pecílidos, poecílidos

En el reino animal conseguir pareja significa un gran reto, tanto para las hembras como para los machos. Esta competencia constante ha impulsado en los machos una variedad de estrategias a fin de reproducirse con el mayor número de hembras posibles. La presión que ejerce la selección natural favorece ciertas características morfológicas en los machos (ornamentos, mayor tamaño corporal, coloración) y conductuales (cortejo, regalos nupciales, construcción de refugio) que los hacen más atractivos hacia las hembras. De esta forma, la elección de pareja sucede por parte de las hembras; por lo general, los machos con mayor tamaño corporal, los de coloración brillante o los que entregan el regalo nupcial más sustancioso son elegidos como potenciales parejas. Un ejemplo, es el macho de la mosca escorpión (*Panorpa communis*), que secreta una masa de saliva que las hembras consumen mientras sucede la cópula. Otro ejemplo es el macho de la araña ladrona (*Pisaura mirabilis*), que ofrece como “regalo” alimento envuelto en telaraña a sus posibles compañeras. Los ejemplos anteriores dan evidencia de que las hembras obtienen una ventaja directa en la reproducción a partir de la alimentación nupcial (Austad y Thornhill 1986).

Además de los regalos, las conductas de cortejo suelen asociarse a machos de gran tamaño o con una coloración brillante, que atraen a la hembra a fin de lograr una cópula voluntaria. Este fenómeno se observa en los coloridos machos de los peces cola de espada del género *Xiphophorus*, quienes son elegidos por la hembra en función del largo de la espada de la cola, siendo los preferidos los de la espada más larga (Rosenthal y Evans 1998).



Pez cola de espada. Fotografía: Michael Tobler, Naturalista

Sin embargo, las estrategias de los machos para conseguir pareja pueden adoptar acciones más drásticas. En muchas especies en las que los machos no tienen coloración brillante u ornamentos, suele no haber cortejo que motive la elección femenina. En este sentido, los machos recurren a intentos de cópula de forma forzada, lo que impide a las hembras reproducirse voluntariamente, derivado de la presión sexual y el hostigamiento hacia las hembras que no son cooperativas (Parker y Clutton-Brock 1995; Kelly y Pratt 1999). Las cópulas forzadas en animales engloban una serie de conductas de carácter instintivo y que están motivadas por factores como la competencia por recursos limitados (comida o territorio), el acceso a parejas o el establecimiento de dinámicas sociales. Las cópulas forzadas incrementan la posibilidad de llevar a cabo la reproducción y con ello, en términos de supervivencia de la especie, si un macho tiene acceso a muchas hembras, puede producir una mayor cantidad de crías, además de que existe un incremento en la viabilidad genética debido al apareamiento con múltiples hembras.

Se han explorado los efectos negativos de este comportamiento de hostigamiento en varios grupos, y los ejemplos más comunes suceden entre individuos de la misma especie, pero también se han observado en individuos de especies distintas. Entre los efectos negativos se encuentra la reducción de la fecundidad debido a la limitación en el acceso al alimento, ya que las hembras pasan la mayor parte del tiempo evadiendo al macho, y este aumento en la actividad de evasión implica un costo energético para las hembras (Valero *et al.* 2008). Además de los efectos negativos que causan los machos directamente en las hembras, se han explorado, aunque poco, los efectos de las cópulas forzadas en la descendencia. En un experimento con gupis, se mostró que las hembras que estuvieron expuestas a una mayor tasa de hostigamiento por parte de los machos tuvieron efectos negativos en la calidad de la descendencia, es decir, las hijas tuvieron un menor tamaño corporal y los hijos un gonopodio (órgano genital) más pequeño. La disminución en talla de la descendencia puede ser el resultado de los niveles elevados de estrés en las hembras hostigadas, que afectan de forma negativa la calidad de la descendencia (Gasparini *et al.* 2016; Carrasco *et al.* 2019).

Hay casos muy interesantes, en los que la presión de los machos para intentar copular con las hembras de forma forzada ha provocado un impacto mayor en las hembras, sobre todo cuando se da entre machos y hembras de especies distintas, tal como pasa entre algunas especies de peces invasores y peces nativos. En escenarios donde hay especies invasoras, las nativas suelen enfrentar los costos de la presencia de las especies exóticas. A grandes rasgos, el incremento en la competencia por refugio, por espacio o por comida son de las principales consecuencias ecológicas. Sin embargo, de forma muy particular la presencia de machos invasores representa altos costos para las hembras nativas, debido al hostigamiento sexual.

Algunos peces de la familia Poecillidae (pecílidos o poecílidos) son un gran ejemplo de especies invasoras que hostigan. Estos peces se caracterizan por tener una amplia capacidad de adaptación en nuevos sitios fuera de su nicho de origen. Claramente, una de las principales causas de su dispersión ha sido la actividad humana, ya que les ha facilitado el transporte fuera de su hábitat, principalmente por su uso comercial, ya sea como alimento de otras especies, como mascotas de acuario, o como controles biológicos; éste es el caso del pez mosquito oriental (*Gambusia holbrooki*) y el gupi (*Poecilia reticulata*).

A)



B)



A) Pez mosquito oriental (*Gambusia holbrooki*). Fotografía: Rich Wolfert, Naturalista
B) Gupi (*Poecilia reticulata*). Fotografía: Fishtse, Naturalista

En estudios realizados con los machos del pez mosquito oriental se encontró que la estrategia reproductiva predominante sucede a partir de cópulas forzadas. El cortejo por parte de estos machos hacia las hembras no existe y todas las cópulas logradas resultan del acercamiento furtivo de los machos a las hembras. Ya que la longitud del gonopodio de los machos es de al menos 35% del tamaño de su cuerpo, acercarse furtivamente a la hembra por la parte de atrás les permite empujar el gonopodio hacia la apertura genital, logrando así copular con la hembra de forma forzada.

En investigaciones con los Poecillidae machos de gupi introducidos en poblaciones de hembras de mexclapiques, de la familia Goodeidae, morfológicamente similar pero filogenéticamente distinta, se probó que los gupis machos realizan conductas de hostigamiento hacia las hembras del tiro de dos rayas, *Neotoca bilineata* (antes en el género *Skiffia*). Este trabajo es de gran relevancia, ya que *N. bilineata* es una especie de goodeido endémica de México, y en peligro de extinción. Así, en este estudio se demuestra que la presencia del gupi invasor tiene un impacto negativo en las poblaciones de especies nativas (Valero *et al.* 2008).



Neotoca bilineata. Fotografía: Roman Slaboch

Esta interacción entre individuos de diferentes especies, además de los daños físicos en las hembras nativas, representa la pérdida de oportunidades para alimentarse, una disminución en la fecundidad, un aumento en la exposición a los depredadores, así como el impacto en las dinámicas sociales entre hembras ya que se vuelven más agresivas, todo esto como resultado de los intentos continuos de evadir las conductas hostiles de los machos invasores (Ojanguren y Magurran 2007).

El hostigamiento en el ejemplo anterior no asegura el éxito reproductivo; de hecho, los machos de pecílidos que hostigan a hembras de otras especies no logran reproducirse, por lo que no está muy claro el beneficio que obtienen. Una propuesta sobre el origen de la conducta de hostigamiento es que simplemente los machos invasores tienen una tendencia de atracción por características morfológicas semejantes entre las hembras de su especie y las hembras nativas, como son las semejanzas en los cuerpos más robustos. Lo que sí queda claro, es que el hostigamiento hacia otras especies es perjudicial e incluso afecta incidentalmente la abundancia, la distribución y la elección de microhábitat de las especies nativas.

Las cópulas forzadas o el hostigamiento son conductas comunes en muchos grupos de animales, sobre todo cuando el macho no es favorecido por la elección femenina. Los costos sustanciales derivados de las cópulas forzadas hacia las hembras impulsan la evolución de estrategias de supervivencia que les permiten enfrentar estas presiones evolutivas. Un ejemplo lo encontramos en las hembras de gupi, ya que en respuesta a la presión selectiva del hostigamiento por parte de los machos, éstas han desarrollado cambios adaptativos en la fisiología y la mecánica de nado, evolucionando hacia un nado más eficiente incrementando su velocidad, esto con el objetivo de evitar el hostigamiento de los machos (Killen *et al.* 2016). Sí aunado a esto consideramos que las especies que hostigan son además invasoras, podemos concluir que la presencia de los machos de estas especies significa una doble amenaza para la supervivencia de las hembras de especies nativas que habitan en cualquier ecosistema.

Literatura citada:

- Austad SN, Thornhill R. 1986. Female reproductive variation in a nuptial-feeding spider, *Pisaura mirabilis*. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 7:48–52.
- Carrasco MI *et al.* 2019. An experimental test for body size - dependent effects of male harassment and an elevated copulation rate on female lifetime fecundity and offspring performance. *Journal of Evolutionary Biology*, 1262–1273.
<https://doi.org/10.1111/jeb.13526>
- Gasparini C, Devigili A, Pilastro A. 2016. Cross-generational effects of sexual harassment on female fitness in the guppy. *Evolution*, 66:532–543.
<https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2011.01455.x>
- Kelly D, Pratt AE. 1999. The cost of sexual coercion and heterospecific sexual harassment on the fecundity of a host-specific, seed-eating insect (*Neacoryphus bicrucis*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 46:164–170.
<https://doi.org/10.1007/s002650050606>
- Killen SS, Croft DP, Salin K, Darden SK. 2016. Male sexually coercive behaviour drives increased swimming efficiency in female guppies. *Functional Ecology*, 30:576–583.
- Ojanguren AF, Magurran AE. 2007. Male Harassment Reduces Short-Term Female Fitness in Guppies. *Behaviour*, 144:503–514.
<https://doi.org/10.1163/156853907780713055>
- Parker GA, Clutton-Brock TH. 1995. Sexual coercion in animal societies. *Animal Behaviour*, 49:1345–1365. <https://doi.org/10.1006/anbe.1995.0166>
- Rosenthal GG, Evans CS. 1998. Female preference for swords in *Xiphophorus helleri* reflects a bias for large apparent size. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95:4431–4436. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.8.4431>
- Valero A, Macías García C, Magurran AE. 2008. Heterospecific harassment of native endangered fishes by invasive guppies in Mexico. *Biology Letters* 4:149–152.
<https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0604>

¿Quiénes escribe?



Contacto:
karla.natyg@gmail.com

Karla Natividad García-Cabello es Bióloga por la Facultad de Ciencias de la UNAM, Maestra en Ciencias en biología marina por el Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; actualmente es Candidata a Doctora en Ciencias por el mismo posgrado. Sus líneas de investigación se enfocan en el uso de la fisiología y la conducta animal para explicar el conflicto y la competencia por recursos en animales acuáticos, así como explicar con el uso de métodos comparados filogenéticos las causas evolutivas de las diferentes estrategias reproductivas y las consecuencias adaptativas en la morfología de las estructuras involucradas en el conflicto sexual.



Contacto:
vipalher@gmail.com

Vianey Palomera-Hernández es Bióloga por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Realizó la Maestría en Ciencias en el área de Limnología por el Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología donde actualmente es estudiante de doctorado. Sus líneas de investigación se han enfocado en conducta animal y especies invasoras en cuerpos de agua dulce, con el fin de entender los mecanismos que utilizan los individuos para sobrevivir y establecerse en nuevos ecosistemas, así como el impacto que el establecimiento de nuevas especies causa a las especies nativas.

Regresar al índice 



Festival del pez león, Reserva de la Biosfera Banco Chichorro, Q. Roo. Fotografía: Claudia Alpuche Novelo

“El pez león no es como lo pintan”: estrategia comunitaria para el control en el arrecife del Caribe mexicano

Martha Beatriz Hernández Millán¹ y Miguel Mateo Sabido Itzá²

¹Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores del Banco Chinchorro, Chetumal, Quintana Roo

²Instituto de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas del Estado de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo

Resumen

El pez león (*Pterois* sp.) es una especie exótica invasora establecida en el Caribe mexicano desde 2009. Ante la amenaza de este pez en las costas quintanarroenses, las comunidades costeras iniciaron actividades para controlar su población, como la pesca para autoconsumo, comercial y recreativa; degustaciones gastronómicas y torneos de pesca; entre otras. Los pescadores de Banco Chinchorro, a través del proyecto “Fortalecimiento comunitario para el control y monitoreo del pez león” y apoyos de subsidio federal otorgados por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas se sumaron a las acciones de control y monitoreo de esta especie, realizando monitoreos arrecifales enfocados al pez león, registro de biometrías, un torneo de pesca, dos degustaciones gastronómicas, dos festivales alusivos a la invasión del pez león, juegos, concursos de dibujo y desfile de antifaces en las comunidades de Xcalak y Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. Hasta el momento las estrategias que se siguen implementando de manera exitosa entre las comunidades costeras del sur del estado son: el aprovechamiento de las aletas del pez invasor por un grupo de mujeres en Xcalak, captura para el consumo local entre pescadores y sus familias, y recientemente, la comercialización del pescado entero por la cooperativa pesquera Andrés Quintana Roo. De esta manera, se han fortalecido las acciones desarrolladas en ambas localidades y se motiva para que continúen en la labor de conservación del ecosistema marino caribeño.

Palabras clave

Caribe mexicano, especies invasoras, manejo comunitario, pez león

.....

El pez león no es como lo pintan

Las especies exóticas invasoras son aquellas introducidas en un ecosistema fuera de su área de distribución natural. Presentan características que les dan la capacidad de colonizar, establecerse y causar daños al ambiente y a la economía local. La costa del Caribe mexicano se encuentra invadida desde 2009 por un pez de belleza exuberante con majestuosas aletas y coloraciones que oscilan del rojo al marrón. Originario del océano Indo-Pacífico, actualmente puede observarse en los arrecifes, manglares, pastos marinos e incluso en muelles y estructuras artificiales que funcionan como refugio y área de alimentación en los mares caribeños (Sabido-Itzá *et al.* 2016). ¡Claro!, nos referimos al pez león (*Pterois* sp.). Alguna vez te has preguntado ¿a qué se debe el éxito de su invasión? El pez león en su nuevo hábitat presenta un rápido crecimiento poblacional, ya que tiene la capacidad de reproducirse durante todo el año con una elevada fecundidad, lo que ha ocasionado que en varios sitios se hayan registrado densidades poblacionales altas. Su dieta es amplia, pues se alimenta de juveniles de diferentes especies de peces, crustáceos y moluscos; tienen una baja carga parasitaria y, si bien podría ser depredado por meros, morenas y tiburones, se desconoce la frecuencia con la que es consumido (Côté y Smith 2018). Es por esto que podemos decir que el único depredador confirmado somos nosotros, los seres humanos.

Aunque el panorama por la invasión del pez león resulta desalentador, en el Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro se ha implementado una estrategia de manejo y control de la especie. Las cooperativas pesqueras y el personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) empezaron por conocer algunos atributos poblacionales que permiten entender mejor la dinámica de esta especie, tales como su tasa de crecimiento y adaptación, identificación de nuevas áreas de colonización y facilidad de captura en aguas poco profundas; esta información fue la base para tomar acciones de control para minimizar el impacto sobre la biodiversidad marina y los efectos ecológicos negativos en los ecosistemas costeros (Sabido-Itzá y García-Rivas 2019). La suma de esfuerzos ha sido fundamental para el éxito de la estrategia: a lo largo de estos casi 14 años han colaborado diferentes actores, como la CONANP, las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP) Andrés Quintana Roo, Banco Chinchorro y Langosteros del Caribe, prestadores de servicios turísticos, organizaciones de la sociedad civil y la comunidad en general. Estos esfuerzos dieron como resultado establecer la Estrategia Regional para el Control del Pez León en el Sistema Arrecifal Mesoamericano (Rodríguez *et al.* 2014) y el Plan Nacional para el Manejo y Control del Pez León en México y el comité de seguimiento respectivo (Loreto-Viruel *et al.* 2023).

Entre 2018 y 2020, las comunidades costeras de Banco Chinchorro y Xcalak participaron activamente en el proyecto “Fortalecimiento comunitario para el control y monitoreo del pez león” que fue liderado por la SCPP Pescadores del Banco Chinchorro con el financiamiento y acompañamiento del Programa de Pequeñas Donaciones México del FMAM (PPD), fondos del Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies Prioritarias (PROREST) subsidio federal de la CONANP, el Instituto Tecnológico de Chetumal (ITCH) y la Universidad Tecnológica de Chetumal (UT Chetumal). Durante la implementación del proyecto se fortalecieron las acciones de capacitación a la comunidad en ciencia ciudadana, el control mediante la captura directa de la especie, promoción de su consumo local a través de degustaciones gastronómicas e intensa educación ambiental en las comunidades y en redes sociales.

El involucramiento de las comunidades locales ha sido fundamental en la implementación de las acciones de manejo y control del pez león (Figura 1). En este tiempo se impartieron dos cursos de capacitación a hombres y mujeres para el monitoreo arrecifal enfocado al pez león y el monitoreo poblacional con registro de biometrías de la especie, que incluyó la toma de la longitud total, su peso, el sexo y descripción general de su dieta mediante el análisis de los peces y crustáceos presentes en el contenido estomacal de los individuos. Asimismo, con el apoyo de pescadores y jóvenes de la comunidad de Xcalak, se realizaron dos monitoreos arrecifales para conocer la densidad del pez león para Banco Chinchorro ($69.6 \text{ ind. ha}^{-1}$) y Xcalak ($10.4 \text{ ind. ha}^{-1}$) en 2019.



Figura 1. Involucramiento de las comunidades en la captura de pez león. Fotografía: Jony Balam

En julio de 2019, se organizó un torneo de pesca de pez león en el marco del 23^{er} aniversario de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. Al ser una actividad muy popular en la región, hubo gran concurrencia. El día de la premiación del torneo estuvieron presentes las 20 embarcaciones y 60 pescadores de las tres cooperativas (Figura 2). En total se logró la captura de 138 ejemplares del invasor y se premió a la embarcación “Mi Gordita” que obtuvo el mayor número de peces; con la agilidad de sus “hawaianas” atraparon ¡21 ejemplares!

Para incentivar el consumo entre la población local se organizaron dos degustaciones gastronómicas con platillos típicos de la región adaptados al pez león como ingrediente principal. En estas experiencias la gente pudo probar al majestuoso invasor en diferentes presentaciones, hubo agua chile, salpicón, dedos de pez león, no faltaron las empanadas, el empapelado, e incluso chicharrón. Todo un festín con la finalidad de mostrar su rico sabor y versatilidad, así como crear conciencia sobre una deliciosa forma de contribuir al control y aprovechamiento del pez león.



Figura 2. Festival con pescadores y sus familias en Banco Chinchorro. Fotografía: Martha Hernández

Para reconocer el gran esfuerzo que realizan los pescadores y la población en general, tuvieron especial relevancia dos festivales alusivos a la invasión del pez león. En agosto de 2019, se reunieron en la isla de Cayo Centro en Banco Chinchorro unas 100 personas de familias pescadoras (Figura 3). Bajo la coordinación de la SCPP Pescadores del Banco Chinchorro instalaron estaciones lúdicas para jugar “ponle la cola al pez león”, “saca al pez león del arrecife” y el “jenga de la conservación”; grupos de mujeres y la UT Chetumal realizaron una degustación gastronómica para los asistentes y se ofreció una charla sobre la importancia de conocer al pez león. Por su parte, en noviembre del mismo año, durante la celebración del 19° Aniversario del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak se llevó a cabo el segundo festival en el que participaron niñas y niños del jardín de niños con el desfile de antifaces y la escuela primaria con el concurso de dibujo “Saca al pez león del arrecife”. También tuvieron estaciones lúdicas, degustación gastronómica y una exposición de artesanías y reconocimiento al grupo de monitoreo y vigilancia comunitaria conformado por pescadores y pescadoras por la cantidad de 867 peces capturados. A este festival asistieron aproximadamente 150 personas de la comunidad, incluidas la población local y la flotante.



Figura 3. Premiación del torneo de pesca. Fotografía: Claudia Alpuche Novelo

En Xcalak un grupo de mujeres de la localidad, vieron la oportunidad de aprovechar las aletas de pez león para crear hermosas piezas de joyería como collares, pulseras, llaveros, dijes, peinetas y aretes (Figura 4). Las participantes de este emprendimiento se han capacitado y ahora son capacitadoras de otros grupos de mujeres en el estado de Quintana Roo. Ellas son un ejemplo a nivel regional, su actividad promueve la extracción y el control de una especie invasora, fomenta la conservación del Arrecife Mesoamericano, fortalece el empoderamiento de otras mujeres, y genera recursos económicos para ellas y sus familias (Figura 5).



Figura 4. Joyería elaborada con aletas de pez león (pulseras). Fotografía: Martha Hernández

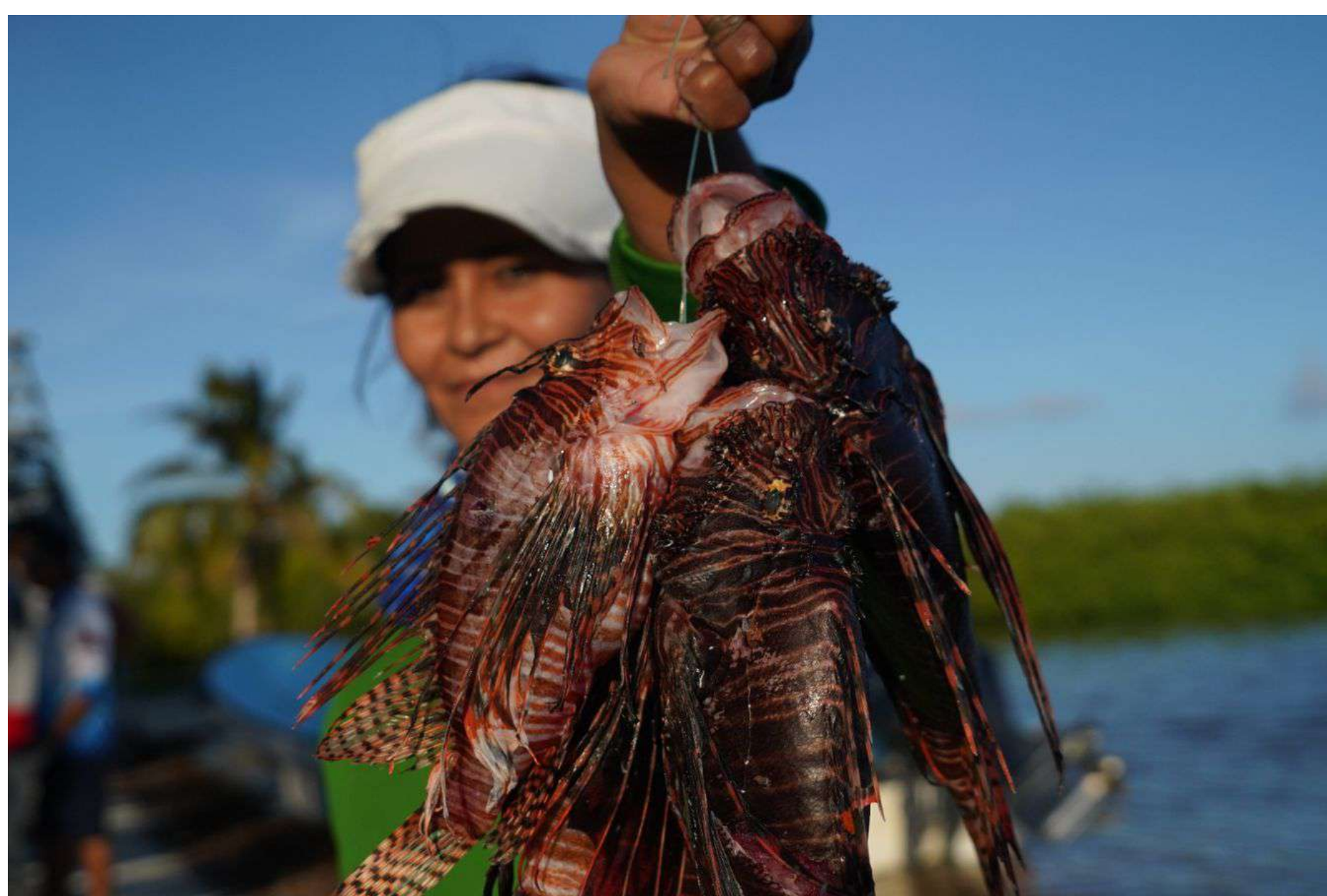


Figura 5. Artesana de Xcalak. Fotografía: Claudia Alpuche Novelo

En Banco Chinchorro las tres cooperativas pesqueras firmaron una carta de colaboración para continuar con los esfuerzos de control y monitoreo de esta especie invasora. Por tal motivo la cooperativa pesquera Andrés Quintana Roo se organizó para continuar con el control del invasor. Durante sus jornadas de pesca, aprovechan para capturar al pez león, el cual se comercializa entero con la organización no-gubernamental “Traditional Fisheries”. Además, disfrutaban en familia deleitándose con un sabroso ceviche con su tradicional jitomate, cebolla, cilantro, chile habanero y agregando mango y aceitunas, por cierto, más rico que el ceviche de caracol rosado, recurso pesquero actualmente en veda.

Asimismo, se difundió el proyecto a través de la página de Facebook “Comunidades Resilientes en el Caribe mexicano”, con tres tipos de contenido: 1) logros de las actividades realizadas durante el proyecto, 2) información biológica y ecológica de la invasión del pez león y 3) pescadores responsables, para reconocer el esfuerzo de personajes clave en el control del invasor. Los resultados de este esfuerzo incluyen la generación de contenido en 79 publicaciones con un alcance de más de 120 mil personas.

Entre los principales resultados de esta experiencia destacan: la fuerte apropiación del sector pesquero y comunitario respecto a las acciones de control del pez león; el liderazgo de la CONANP y aliados para dar continuidad y apoyar los procesos de capacitación, control y aprovechamiento de la especie invasora; el trabajo conjunto para consolidar grupos organizados para el monitoreo biológico, que permite conocer aspectos poblacionales de la especie y la identificación de opciones de aprovechamiento del pez león que generan ingresos a las comunidades, como el citado ejemplo de la conformación de un grupo de mujeres artesanas que trabajan en la elaboración de artesanías con el pez león y que actualmente un grupo de ellas continúan bajo el nombre de Xcal’ Arte. Este proyecto muestra la importancia de la colaboración e inclusión de comunidades locales en la conservación y aprovechamiento de los ecosistemas marinos, así como la aceptación de responsabilidades compartidas entre el gobierno y la población en la solución de problemáticas ambientales como la invasión del pez león.

Agradecimientos

A los pescadores de las tres cooperativas pesqueras de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro y sus familias, a la comunidad de Xcalak por la disposición, interés y compromiso de participar en las actividades desarrolladas durante el proyecto y porque aún siguen realizando acciones de conservación, a la CONANP por el apoyo incondicional a los grupos comunitarios y seguimiento de actividades, al Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente Mundial México por el financiamiento y apoyo constante, así como a los estudiantes y voluntarios que apoyaron en la realización de las actividades.

Literatura citada:

- Côté S, Smith NS. 2018. The lionfish *Pterois* sp. invasion: Has the worst-case scenario come to pass? *Journal of Fish Biology*, 92:660-689.
- Loreto-Viruel RM, Rendón-Hernández E, Espíndola SR. 2023. Plan de acción nacional para el manejo y control del pez león en México. Cancún: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Amigos de Sian Ka'an, A.C y Mesoamerican Reef Fund.
- Rodríguez M *et al.* 2014. Estrategia Regional para el control del Pez León en el Arrecife Mesoamericano. Guatemala: Mapas de Guatemala
- Sabido-Itzá MM *et al.* 2016. La estructura de tallas como evidencia del establecimiento de *Pterois volitans* (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) en el sur del Caribe mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 64:353-362.
- Sabido-Itzá MM, García-Rivas MC. 2019. Record of abundance, spatial distribution and gregarious behavior of invasive lionfish *Pterois* spp. (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) in coral reefs of Banco Chinchorro Biosphere Reserve, southeastern Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47:349-355.

¿Quiénes escriben?



Contacto:

hemmbeatriz@gmail.com

Martha Beatriz Hernández Millán es Bióloga y Maestra en Manejo de Zona Costera por el Tecnológico Nacional de México campus Chetumal, recibió el premio Mujer Quintanarroense Destacada 2023 en el ámbito Ecológico, es coautora de artículos científicos, lleva más 12 años trabajando con comunidades de pescadores de Quintana Roo desde el sur en Xcalak hasta la costa norte de Isla Contoy, enfocada en la pesquería de langosta espinosa (*Panulirus argus*), monitoreo de caracol rosado (*Aliger gigas*) y arrecifal, monitoreo y control del pez león. Asimismo, ha trabajado la parte social con las comunidades costeras en la realización de festivales ambientales. Forma parte del grupo de Comunicadores Comunitarios del PPD-México, en donde elabora notas informativas de las actividades desarrolladas de diferentes proyectos comunitarios ejecutados en la península de Yucatán. Actualmente desarrolla actividades de monitoreo y análisis de información del fototrampeo de fauna silvestre en la Reserva Estatal Santuario del Manatí Bahía de Chetumal, colabora con el IBANQROO a través de pláticas informativas sobre la importancia de la fauna silvestre. Da acompañamiento y fortalecimiento al grupo de Mujeres BioFaunTásticas de Raudales y Laguna Guerrero, considera importante el involucramiento de las mujeres rurales en temas de conservación.



Contacto:
mateosabido@gmail.com

Miguel Mateo Sabido Itzá es Biólogo y Maestro en Manejo de Zona Costera por el Instituto Tecnológico de Chetumal; buceador científico de formación, ganador del Premio Estatal de la Juventud 2018 en la distinción “Científico” en el estado de Quintana Roo. Lleva 14 años trabajando en la investigación y conservación de los ecosistemas costeros en el Caribe Mexicano. Durante este tiempo, ha colaborado en proyectos sobre temáticas como la del pez león, pesquerías artesanales de caracol rosado, langosta espinosa, peces arrecifales, restauración coralina, ciencia ciudadana, gestión y manejo de Áreas Naturales Protegidas y fortalecimiento de las comunidades costeras. Es autor principal de seis artículos científicos publicados en revistas internacionales. Ha tenido la oportunidad de trabajar y colaborar en las Áreas Naturales Protegidas “Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro” y “Parque Nacional Arrecifes de Xcalak” y desde el 2017 a la actualidad dentro de la Reserva Estatal Santuario del Manatí Bahía de Chetumal como jefe del departamento de Áreas Naturales Protegidas zona Sur dentro del Instituto de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas del Estado de Quintana Roo.



Guardianes de las semillas en Hopelchén. Fotografía: Wilbert Antonio Caamal Cauich

Resistencia agroecológica en Hopelchén: un movimiento de esperanza en medio del caos

Wilbert Antonio Caamal Cauich, Everardo Chable Huehuet, Jorge Oziel Pech Pech
Muuch Kambal, A.C y Colectivo de Comunidades Mayas de Los Chenes, Hopelchén, Campeche

Resumen

Hopelchén, en el estado de Campeche, es el municipio donde se gesta la organización comunitaria centrada en las semillas nativas y las prácticas agroecológicas. Representa un movimiento que enfrenta al modelo de producción agrícola industrial que a su paso abusa de los recursos. Las comunidades mayas en la región de Los Chenes resguardan y protegen semillas de 20 variedades nativas de maíz con métodos de siembra cuyo impacto en el ambiente es bajo, a través del uso de preparados orgánicos, y organización social. Tras el paso de dos tormentas tropicales por su territorio en 2020, los pueblos mayas de Los Chenes mostraron su resiliencia, al utilizar sus conocimientos sobre agricultura, semillas nativas y prácticas comunitarias. Estas experiencias los llevaron a valorar la colectividad y formar un grupo de personas guardianas de las semillas que actualmente continúan un proceso de lucha hacia una autonomía alimentaria.

Palabras clave

agroecología, colectividad, milpa maya, resiliencia, esperanza, semillas nativas, soberanía alimentaria

.....

El municipio de Hopelchén, Campeche es, actualmente, un claro ejemplo de las afectaciones y consecuencias de los modelos de desarrollo que se han impuesto en territorios indígenas en nuestro país. En esta región, la agroindustria ha prevalecido y se encuentra en expansión descontrolada, con daños incalculables a la naturaleza y las

comunidades locales. Cultivos transgénicos como la soya, el maíz, sorgo y arroz, hortalizas como la sandía, tomate, chile habanero y pepino y árboles frutales introducidos, ocupan grandes extensiones de tierra que se trabaja con maquinaria en un paisaje donde antes existieron montículos sagrados, aguadas y áreas de amortiguamiento que permitían la reproducción de especies nativas como el jaguar, el venado cola blanca, coatí, armadillo, tucán, pavo ocelado, pecarí de collar y especies de insectos vitales para la polinización de milpas y la propagación de semillas de árboles melíferos nativos.

Desarrollo económico depredador

El capitalismo ha reinado en este municipio oprimiendo derechos humanos relacionados con el acceso a un ambiente sano, salud y alimentación, y afectando a la naturaleza y los recursos naturales que, a lo largo del tiempo, han sido resguardados y preservados por las comunidades mayas originarias con la esperanza de mantener el legado para las nuevas generaciones. En Hopelchén, este modelo de desarrollo se expresa principalmente en la agricultura intensiva e industrializada que se practica sobre grandes extensiones y cuyas consecuencias llevan al territorio a un punto de no retorno debido a los impactos ambientales negativos que esta actividad genera (Canul-Suárez 2020). La contaminación del agua, deforestación, muerte de abejas, degradación de suelos y daños a la salud humana, son algunos de los problemas que las comunidades mayas tienen que enfrentar mientras que las grandes empresas transnacionales y los empresarios locales continúan con el negocio agrícola (Anónimo 2022). Cultivos como el arroz y el maíz transgénico se han incrementado en zonas no aptas para su siembra, modificando el paisaje hídrico y el uso de suelo en zonas inundables. A este panorama se suma la perforación de numerosos pozos profundos y drenes con fines agroindustriales que convergen con las fumigaciones aéreas y terrestres que acrecientan la fragilidad ambiental y la vulnerabilidad ante los fenómenos naturales relacionados con el cambio climático.



Deforestación (toma desde dron). Fotografía: Everardo Chable Huehuet

La fuerza de dos tormentas tropicales juntas

Fue en 2020, en pleno inicio de la pandemia y en temporada de tormentas y huracanes, cuando se anunció la llegada a la península de Yucatán de la tormenta tropical Amanda, que azotó al territorio maya durante dos días. Su remanente originó la formación de una nueva tormenta denominada Cristóbal; el agua no dio tregua, llovió torrencialmente durante nueve días y de acuerdo con los datos oficiales, la acumulación de agua en Campeche ascendió a 888 litros por metro cuadrado (Servicio Meteorológico Nacional 2020).



Inundación (toma desde dron). Fotografía: Evererdo Chable Huehuet

Las consecuencias para las comunidades mayas, principalmente en el municipio de Hopelchén, fueron devastadoras: inundaciones de hogares y caminos, pérdida de animales domésticos, apiarios y parcelas de cultivo donde fue irrecuperable la cosecha. Esto significó afectaciones a la salud, daños en la economía local, graves dificultades en el acceso a los alimentos y pérdida de semillas nativas, entre otros problemas. Gracias al apoyo y acompañamiento de las organizaciones Muuch Kambal, A.C. y el Colectivo de Comunidades Mayas de Los Chenes, se reunieron líderes de las distintas comunidades afectadas para buscar y recuperar semillas nativas, cuya importancia radica en su resistencia y adaptación a la región. Ante este panorama se formó un grupo de personas que se auto reconocieron como guardianas de semillas y asumieron el reto de recuperar y salvaguardar la riqueza biológica y cultural de sus cultivos. Su búsqueda los llevó al centro de trabajo de otro grupo similar en Chaksinkín (Yucatán), quienes custodian una amplia variedad de semillas regionales; también obtuvieron el apoyo de personas de comunidades cercanas a Hopelchén, quienes lograron resguardar sus semillas antes de las inundaciones. Este proceso organizativo es una muestra de la solidaridad comunitaria y el reconocimiento de la riqueza agroecológica que representan las semillas nativas en la región.

La colectividad a través de las semillas y la agroecología

Las semillas recuperadas fueron sembradas en los terrenos afectados y gracias al acompañamiento técnico de la organización Muuch Kambal, se produjeron cultivos con métodos agroecológicos más amigables con el ambiente y libres de agrotóxicos. En ese mismo año, ya estaban en desarrollo las milpas con las semillas nativas y así nacieron las primeras “plantas de esperanza”, llamadas así, por la confianza de que con ellas se lograrían sus propósitos. Este momento ofreció una excelente oportunidad para reflexionar sobre los cultivos intensivos que predominan en la región y sus impactos al buscar el mayor rendimiento posible: el uso de fertilizantes e insecticidas considerados agrotóxicos, el riego abundante, el uso de máquinas pesadas que compactan el suelo y la siembra de monocultivos que disminuyen la diversidad biológica. Este sistema productivo contrasta con las prácticas que toman en cuenta el valor de la biodiversidad agrícola (agrobiodiversidad), la importancia a largo plazo de proteger el ambiente y los procesos ecológicos, así como recuperar e incorporar conocimiento tradicional para la producción de alimentos, es decir, la transición agroecológica, que consiste en la producción sostenible de alimentos a través de los principios de la agroecología desde las dimensiones social, biológica, económica, cultural, institucional y política (Tittonel 2019).



Variedad de semillas. Fotografía: Wilbert Antonio Caamal Cauch

Las prácticas agroecológicas que se aplican en las milpas incluyen el uso de preparados para nutrir el suelo tales como los microorganismos de monte, así como la preparación de trampas caseras para gusanos cogolleros elaborados con productos como la piña y la melaza. Se ha brindado a los productores un calendario de aplicación, basado en las características de cada variedad nativa. En estas prácticas agroecológicas se involucran toda la familia, y así podemos encontrar tanto a mujeres que apoyan en la elaboración y aplicación de recetas, como a jóvenes conscientes de la importancia de transitar del uso de productos químicos perjudiciales para la salud, hacia nuevas alternativas que son menos lesivas para el ambiente.



Fotografía (toma desde dron): Robin Canul Suárez

Quienes cultivaron las semillas están muy satisfechos con sus cosechas. Saben que los alimentos que producen están libres de [agro-]químicos, que pueden consumir productos sanos que mejoran su alimentación y no dañan su salud y, sobre todo, participan en la preservación de su cultura a través de la selección y uso de las semillas. Ha sido tanta la satisfacción, que los habitantes de la comunidad San Bernardo Huechil se organizaron para brindar una ofrenda colectiva, dando gracias a la tierra y a los guardianes del monte por la oportunidad de seguir cultivando las semillas nativas.

Este grupo de personas guardianas de las semillas continúa reuniéndose con frecuencia; actualmente, resguardan un total de 20 variedades de semillas nativas de maíz y promueven las prácticas agroecológicas aprendidas en el proceso de recuperación tras los fenómenos meteorológicos. Unas 192 personas de 12 comunidades diferentes se congregan cada dos meses para tomar las decisiones que guían el rumbo del grupo.

Este grupo participa activamente en intercambios de experiencias, talleres y actividades de difusión con otras comunidades. El 9 de febrero de este año, por ejemplo, se llevó a cabo uno de estos encuentros en la comunidad de San Juan Bautista Sahcabchén. En este espacio de diálogo, expresaron su sentir al trabajar con las semillas en sus milpas y con el uso de técnicas agroecológicas. Don Víctor Euán, feliz con sus resultados, brindó un recorrido por su milpa y compartió su palabra: *“yo preparo mis mismas semillas, es menos la inversión y usando los microorganismos, protege mucho el ambiente, el suelo, porque son naturales. Yo pienso seguir trabajando esos mismos procedimientos orgánicos, con los microorganismos, he visto que sí me rinde. De ahora que estoy trabajando, estoy consciente de cómo son los productos químicos, antes la gente vivía más años por la forma en que trabajan naturalmente, ahora hay más enfermedades por los químicos”*.

Más recientemente, el 1 de abril, las comunidades se organizaron para ofrecer las cosechas de sus milpas y sus solares, en una actividad que se llamó “Primer pasaje agroecológico de comunidades mayas de Hopelchén”, en el que las personas guardianas compartieron información del proceso de rescate de semillas, la siembra y características de cada variedad que resguardan y se capacitan en mejores técnicas para la producción de sus semillas. Próximamente realizarán una feria de las semillas entre las comunidades de la región con el objetivo de invitar a nuevas personas a que se apropien del cultivo de semillas nativas. De esta manera participan en la conservación del ambiente, producen alimentos libres de sustancias tóxicas, y favorecen la soberanía alimentaria de las comunidades.



Mesas de trabajo. Fotografía: Wilbert Antonio Caamal Cauich

Literatura citada:

- Anónimo. 2022. Hallan plaguicidas altamente peligrosos en 5 cultivos de Hopelchén, Campeche. Imagen Agropecuaria. Consultada el 4 de abril de 2023 de <https://imagenagropecuaria.com/2022/hallan-plaguicidas-altamente-peligrosos-en-5-cultivos-de-hopelchen-campeche/>
- Canul Suárez R. 2020. México: esto sucede cuando se tumba selva en el territorio maya. Mongabay. Consultado el 8 de abril de 2023 de <https://es.mongabay.com/2020/11/mexico-esto-sucede-cuando-se-tumba-selva-en-el-territorio-maya/>
- Tiltonel P. 2019. Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. *Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UNcuyo*, 51:231-246.
- Servicio Meteorológico Nacional. 2020. Presenta el Servicio Meteorológico Nacional balance de las tormentas tropicales Amanda y Cristóbal. Consultado el día 10 de abril de 2023 de <https://www.gob.mx/smn/prensa/presenta-el-servicio-meteorologico-nacional-balance-de-las-tormentas-tropicales-amanda-y-cristobal-245012>

¿Quiénes escriben?



Wilbert Antonio Caamal Cauich es un joven maya, apicultor con preparación académica en sistemas computacionales. Se ha formado en el área de comunicación comunitaria por la organización Muuch Kambal A.C, misma en la que colabora desde 2019. Actualmente realiza material audiovisual de los procesos de resistencia y defensa del territorio que se realizan en las comunidades mayas de Hopelchén. Apasionado en las actividades de comunicación y acompañamiento que realiza, le gusta visibilizar lo que las personas de los pueblos deseen compartir, así como formar a otros jóvenes con visión comunitaria y de comunicación para que a través de dicha visión apoyen en sus comunidades.

Contacto: wilbert.caamal.cauich@gmail.com



Everardo Chable Huehuet es apicultor de Campeche y colaborador en el Colectivo de Comunidades mayas de Hopelchén. Actualmente labora con la organización Muuch Kambal A.C. en el área de comunicación, en la que se dedica a la documentación de la situación actual de la región de Hopelchén en temas de deforestación, contaminación, uso y desperdicio del agua, registros de muerte de abejas y problemas de salud por el uso indiscriminado de los plaguicidas. Tiene particular interés en crear materiales de comunicación sobre los procesos de defensa del territorio por las comunidades que forman parte del Colectivo y sobre la incidencia de dichos procesos en políticas públicas para el beneficio humano y ambiental en la región de los chenes.



Jorge Oziel Pech Pech, maya y activista de 31 años de la comunidad de Ich Ek, es integrante del colectivo de comunidades mayas de los chenes desde el año 2015 y formó parte de la organización Muuch Kambal A.C en el área de comunicación. Coordina un proceso encaminado a la construcción de narrativas locales culturalmente adecuadas construidas con las juventudes, hombres, mujeres e infancias que participan en los grupos de trabajo de la organización. Actualmente ejecuta el proyecto denominado Red de vocería.



NORMAS EDITORIALES

Acerca del BOLETÍN de la SCME

El *Boletín de la SCME* es el órgano oficial de difusión de las actividades de la SCME, así como el vehículo principal de la diseminación del conocimiento ecológico entre la SCME y el resto de la sociedad. Se invita a la membresía de la SCME y a las personas interesadas en la ecología a enviar artículos de interés ecológico que no requieran de evaluación más allá de la de los miembros del Comité Editorial.

INFORMACIÓN PARA AUTORES

El *Boletín* publicará 10 números al año. Para que una contribución se publique en un número, deberá recibirse antes de la fecha límite correspondiente indicada en la siguiente tabla:

Número de <i>Boletín</i>	Fecha de publicación	Fecha límite para recepción de manuscritos
1	15 de febrero	10 de diciembre
2	15 de marzo	10 de enero
3	15 de abril	10 de febrero
4	15 de mayo	10 de marzo
5	15 de junio	10 de abril
6	15 de agosto	10 de mayo
7	15 de septiembre	10 de junio
8	15 de octubre	10 de julio
9	15 de noviembre	10 de agosto
10	15 de diciembre	10 de septiembre

Para su consideración por el Comité Editorial, los manuscritos deben enviarse a: boletinscme@gmail.com

TIPOS DE MANUSCRITOS

Avisos

Estos son anuncios sobre eventos de interés para miembros de la SCME y público en general interesado en ecología, incluyendo eventos organizados por la SCME **(máximo 200 palabras)**

Comentarios

Asuntos metodológicos o filosóficos relacionados con la ciencia de la ecología **(máximo 600 palabras)**

Obituarios

Obituarios de ecólogos prominentes y miembros de la SCME **(máximo recomendado: 1000 palabras)**

Contribuciones generales

Cualquier comunicación que no quepa dentro de las otras categorías, e.g., avances, reflexiones, propuestas y revisiones de ideas y temas ecológicos. Se les recuerda que **el Boletín es un medio de divulgación**, por lo que es importante el uso de lenguaje accesible para el público en general **(máximo 1500 palabras)**.

Para mayor información sobre lenguaje y estilo puedes consultar la guía para autores y revisores en <https://scme.mx/boletin-de-la-scme/>

IDIOMAS

El *Boletín* se publicará en español. Son bienvenidas las contribuciones cuyo texto íntegro esté en cualquiera de los idiomas indígenas que se hablan en México, en cuyo caso, se recomienda un resumen en español (máximo 200 palabras). A propuesta de los autores y en acuerdo con el comité editorial, los textos en español pueden incluir un resumen en cualquier lengua indígena, para lo cual, si es necesario, el comité editorial asistirá con la búsqueda y pago de traductores.

FORMATO

- El texto y literatura citada del manuscrito deben estar en fuente “Times New Roman”, tamaño de fuente 12 y escrito a doble espacio, dejando 2.5 cm de margen por los cuatro lados y en tamaño carta.
- El texto debe estar alineado a la izquierda (no usar la “justificación completa”, o sea alineación a la izquierda y también a la derecha). Las páginas deben estar numeradas.

• Para *Contribuciones generales y Comentarios*:

a) Limita el número de citas en el texto a **ocho**.

b) El límite de palabras establecido en la descripción de los tipos de contribuciones (ver arriba) sólo incluye el texto principal (excluye título, autores, adscripción, resumen, palabras clave, agradecimientos y literatura citada).

c) Organización del texto: título, autor(es), adscripción (institución, ciudad, estado), resumen, palabras clave (máximo siete, en orden alfabético), texto principal, agradecimientos, literatura citada o lecturas recomendadas, cuadros (uno por página, identificados numéricamente: "Cuadro 1"), pies de figura y figuras (una por página, identificadas numéricamente: "Figura 1"). Las referencias a cuadros y figuras en el texto se harán usando la palabra completa: "(Cuadro 2, Figura 3).

d) El **título** debe ser corto (máximo **12 palabras**) y descriptivo.

e) El **resumen** (máximo **200 palabras**; sólo para contribuciones generales) debe motivar el interés por la lectura del artículo.

f) Cuadros (tablas): No usar cuadrícula (retícula). Solamente usar una línea horizontal para separar el título del cuerpo del cuadro y otra debajo de la línea final de datos.

g) Es muy importante mantener el contenido de los cuadros al mínimo. Los cuadros con demasiada información entorpecen el carácter divulgativo del texto.

h) Agregar al final las fotografías, reseñas biográficas (**máximo 200 palabras**) y direcciones de correo electrónico de las/os autoras/es.

i) Imágenes y fotografías: Se les invita a acompañar sus textos con imágenes o fotografías relevantes al texto (**ver apartado "para envío de fotografías"**).

j) Cómo citar literatura en el texto: seguir el formato de *AoB Plants* (pero modificado al español), por ejemplo, García *et al.* (2008) o Jacobsen y Ramírez (1999). Las citas deben ordenarse cronológicamente dentro de los paréntesis (López y Watanabe 1987; Domínguez 2007 a, b). Para citar artículos de tres o más autores use "*et al.*" después del apellido del primer autor (v.g., Lara *et al.* 2005). **Es importante no olvidar el uso de cursivas para "*et al.*"**

LITERATURA CITADA

- Lista los trabajos citados en orden alfabético. Dos o más estudios de los mismos autores deberán ordenarse de manera cronológica, y si son del mismo año, alfabéticamente de acuerdo al título.
- Para trabajos con más de tres autores, se debe usar *et al.* después del primer autor.
- Se recomienda considerar si la literatura citada incluye trabajos que reflejen la diversidad etno-cultural de las contribuciones al campo de conocimiento abordado.
- Se recomienda seguir el formato de *AoB Plants* pero modificarlo al español. Importante: se omite “y” o “&” antes del último autor. Ejemplos:

Artículo

Varga S, Kytöviita MM. 2011. Sex ratio and spatial distribution of male and female *Antennaria dioica* (Asteraceae) plants. *Acta Oecologica*, 37:433-440.

Capítulo de libro

Hubbell SP, Foster RB. 1986. Canopy gaps and the dynamics of a Neotropical forest. En MJ Crawley, ed. *Plant Ecology*. Oxford: Blackwell Scientific, 77-96 .

Libro

Chapin FS III, Matson PA, Vitousek PM. 2012. *Principles of terrestrial plant ecology* 2^a ed. Nueva York: Springer.

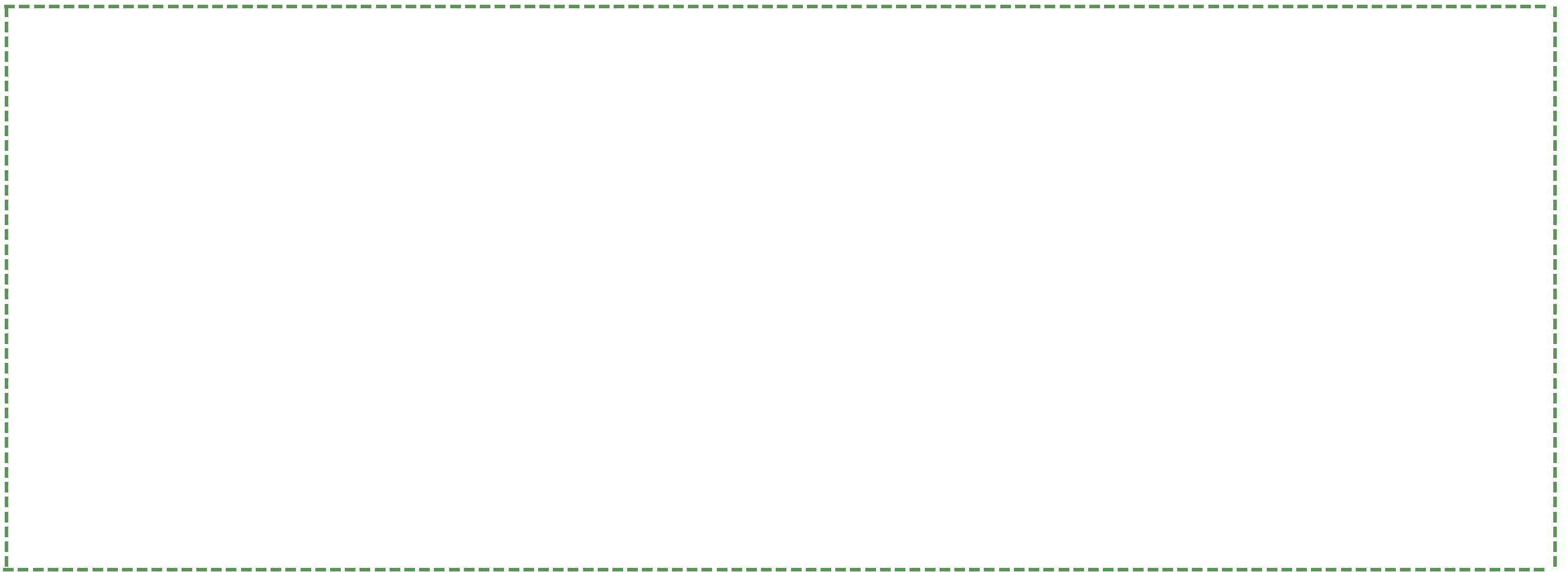
Cómo citar páginas web

Apellido A, Apellido B, Apellido C. (20 de mayo de 2020). Título de la página web. Nombre de la página. Consultado el [día mes año] de <https://url.com>

Apellido A. (03 de agosto de 2020). Título del archivo [Archivo Excel]. Nombre de la página. <https://url.com>

PARA EL ENVÍO DE FOTOGRAFÍAS:

- **Cintillo inicial:** la fotografía debe estar en formato horizontal (rectangular) tamaño mínimo de 3072 x 1152 px. Se pueden recibir imágenes en formato cuadrado o vertical teniendo en cuenta que la imagen se editará para que embone en la siguiente plantilla:



- Las imágenes de baja resolución pueden incluirse en el texto para ilustrar un párrafo en particular. Pero aparte, es necesario enviar **imágenes y figuras de alta resolución** (tamaño mínimo de **1920 x 1080 píxeles y formato JPG, PNG o TIFF**) como archivos comprimidos en una carpeta. Se recomienda nombrar los archivos de imágenes con un número de figura secuencial y el apellido del primer autor (e.g., Fig_01_Chávez.png).
- Para **gráficas o imágenes que incluyan texto**, debe **verificarse que las letras, números y símbolos sean claramente legibles** (que correspondan aproximadamente al tamaño de fuente del texto como mínimo ya que los tamaños de fuente pequeños suelen ser difíciles de leer).
- Se deben incluir los **créditos de las fotos** en el pie de figura con nombre del autor (de la imagen, foto o ilustración) y de dónde se obtuvo. Ejemplos:

Fotografía o ilustración del autor

Huerto de traspatio en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Fotografía: Helda Morales

Fotografía o ilustración de stock

Ría Lagartos. Fotografía: Adriana28, Unsplash

BENEFICIOS PARA SOCIOS

Tu membresía te da acceso a eventos exclusivos y descuentos en los que requieren pago de cuota.



Estas cuotas nos permiten seguir como Asociación Civil formalmente constituida.

¡Te esperamos!

Regresar al índice 

Publicación mensual



SCME

**SOCIEDAD CIENTÍFICA
MEXICANA DE ECOLOGÍA**

Volumen 3 / Número 5 / junio 2023