



APÉNDICE

Estrategia Ambiental de SAC-TUN

Estrategia Ambiental de SAC-TUN 2019-2022: liderando con el ejemplo en sustentabilidad ambiental y social

COMPROMISOS Y ACCIONES QUE VAN MÁS ALLÁ DE NUESTRAS OPERACIONES COMERCIALES

Tomando en cuenta los desafíos que representa el cambio climático global, la necesidad de aumentar los esfuerzos y recursos dedicados a la protección de la biodiversidad y nuestro compromiso con la responsabilidad social, en 2019 SAC-TUN llevó a cabo una evaluación externa e independiente para evaluar sus prácticas y explorar nuevas iniciativas que promuevan la sustentabilidad. Con base en nuestra experiencia de tres décadas y las recomendaciones de dicha evaluación, decidimos colaborar con reconocidas agencias locales y nacionales, organizaciones de la sociedad civil, experimentados científicos e instituciones académicas, y juntos diseñamos la primera fase de la Estrategia Ambiental de SAC-TUN para el período 2019-2022, cuya instrumentación inició a mediados de 2019.

Nuestra Estrategia Ambiental gira alrededor de un Modelo de Sustentabilidad con tres pilares: desempeño ético en las operaciones, integridad de los empleados y conservación del medio ambiente, acompañado de un desarrollo comunitario integral. Este modelo se integra en cada faceta de nuestras operaciones, armonizado con nuestra estrategia corporativa ambiental, social y de gobernanza mientras damos prioridad a las necesidades y preocupaciones locales.

La primera fase de tres años de nuestra Estrategia Ambiental, iniciada en 2019, comprende cuatro componentes principales:



- Apuntalamos nuestros esfuerzos de conservación por medio de la rehabilitación y reforestación de las áreas en donde se extrajo la piedra caliza, con el fin de beneficiar a la fauna silvestre local y migratoria.



- Reafirmamos nuestro compromiso de apoyar la investigación científica y la conservación del medio ambiente, dándole prioridad al Arrecife Mesoamericano – la segunda barrera de coral más grande e importante del planeta.



- Ampliamos nuestro ámbito para abarcar la educación ambiental, iniciativas culturales, investigación científica y proyectos de voluntarios, con el fin de promover comunidades sustentables y motivar la participación de nuestros vecinos en la protección de las áreas naturales protegidas de Quintana Roo y otras partes de la Península de Yucatán.



- Aplicamos medidas para proteger la fauna y flora afectada por las nuevas operaciones de la cantera, reservando áreas con selva que sirvan como corredores biológicos y permitan el movimiento de la vida silvestre, incluyendo jaguares, pumas y otros felinos, así como sus presas.

Reconociendo el papel fundamental que tienen las áreas naturales protegidas en la conservación de la biodiversidad, nuestro apoyo a la investigación científica y conservación ambiental se concentra en Quintana Roo. Para esto, colaboramos estrechamente con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) de Quintana Roo.

Junto con nuestros aliados gubernamentales y de la sociedad civil y la academia, como Amigos de Sian Ka'an, Comunidad y Biodiversidad, Pronatura Península Yucatán, la Universidad Autónoma de Querétaro y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR-Cheumatul), identificamos cuatro áreas prioritarias que contribuyen a:

- La conservación de especies emblemáticas como los jaguares, los manatíes, los tiburones ballena y las tortugas marinas.
- La conservación de ecosistemas prioritarios, como las selvas, los manglares, los cenotes y los arrecifes coralinos.
- El desarrollo de comunidades sustentables.
- El fortalecimiento de los programas de manejo de las áreas naturales protegidas.

Un componente esencial de la Estrategia Ambiental de SAC-TUN es el compromiso de colaborar con actores y comunidades locales para fomentar esfuerzos conjuntos de todos los proyectos que apoyamos. Los primeros dos años han resultado en logros significativos, que han sido detallados en nuestros dos Informes de Sustentabilidad previos (2020 y 2021) Informes de Sustentabilidad | SAC-TUN (sactun.com).

Los logros de estos primeros tres años se describen en detalle a continuación.

LOGROS DE LA ESTRATEGIA AMBIENTAL 2019-2022.

DISEÑO DE UNA POLÍTICA DE COSTAS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO¹

Como uno de los proyectos más importantes de la primera fase de su Estrategia Ambiental, SAC-TUN apoyó a las autoridades estatales y nacionales, organizaciones de la sociedad civil y otros actores en el diseño de una Política de Costas del estado de Quintana Roo (<http://po.segob.qroo.gob.mx/sitiopo/MicroPO.php> Texto a buscar: **Política de Costas del Estado de Quintana Roo**; Fecha: **2022-08-26**; Tipo de Publicación: **Extraordinario**; Época: **Novena**)

Más que otros estados de la República Mexicana, la economía de Quintana Roo depende en gran medida de sus costas y sus servicios ambientales. Este hecho resalta la importancia de diseñar y aplicar estrategias que le permitan al estado alcanzar sus objetivos de desarrollo sustentable.

La Política de Costas de Quintana Roo fue liderada por la SEMA y fue diseñada con la colaboración de más de 50 especialistas de instituciones de investigación científica, organizaciones de la sociedad civil y diferentes agencias estatales y federales que se reunieron en dos talleres durante 2021. El documento resalta las interconexiones entre los habitantes del estado, la geología, el suelo, los cenotes, las cuevas, el ciclo atmosférico del agua, las estructuras hidrológicas subterráneas y el Mar Caribe, reconociendo la interdependencia entre la naturaleza y las personas.

En el primer taller se llevó a cabo un diagnóstico integral de las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas. En el segundo taller se diseñaron las líneas estratégicas y se seleccionó la información que debería constituir el documento final.

La Política de Costas ofrece un panorama detallado de los numerosos y variados ecosistemas costeros de Quintana Roo, y también contiene consideraciones importantes de los ámbitos sociales, económicos, demográficos y de vulnerabilidad. Sus principales objetivos son:

1. Contribuir a mejorar las condiciones de vida de las poblaciones humanas costeras de Quintana Roo, por medio de la diversificación productiva y el uso sustentable de los recursos naturales, en un marco de desarrollo con base en la equidad, la participación social y el reconocimiento de los pueblos indígenas.
2. Fortalecer la economía local por medio del fomento de un modelo circular, mejorar la competitividad regional y las contribuciones a la economía nacional, facilitar la concurrencia de acciones institucionales, los acuerdos con otros actores y promover las actividades económicas y productivas responsables con los ambientes marinos y costeros.
3. Valorar y mantener los servicios de los ecosistemas de la zona costera de Quintana Roo a través de la innovación y la aplicación de instrumentos técnicos, legales y económicos dirigidos a la conservación y la restauración de la biodiversidad, promoviendo su resiliencia y la cooperación regional e internacional.



La Política de Costas fue publicada en septiembre de 2022 y contiene estrategias detalladas y líneas de acción para avanzar en la búsqueda de sus objetivos.

Los ambientes costeros de Quintana Roo son el pilar de nuestra economía y proveen los empleos y el sustento para una población que cada año atrae a millones de turistas nacionales e internacionales, contribuyendo a la industria hotelera y a muchas otras actividades productivas de nuestro estado.

No obstante, esas mismas zonas costeras, sus servicios ambientales y la población están sometidos a una serie de presiones, como los eventos meteorológicos extremos -muchos de ellos relacionados con el cambio climático- pero también a los impactos del desarrollo turístico no sustentable.

Los planes de desarrollo de Quintana Roo contemplan la construcción de miles de cuartos de hotel y residencias privadas en la zona costera, lo que incrementará de manera importante el número de turistas que nos visitan. Esto vendrá acompañado de la construcción de más carreteras, sistemas de drenaje, instalaciones eléctricas y otra infraestructura, todo lo que requerirá una planeación cuidadosa para minimizar el impacto en los ecosistemas costeros.

La adopción de una Política de Costas estatal contribuirá significativamente a equilibrar el crecimiento de las ciudades y poblaciones con el cuidado del medio ambiente. Esta Política de Costas establece un marco estratégico para desarrollar una planeación dinámica y consistente, así como instrumentos regulatorios, que permitan la integración de programas de planeación urbana para mejorar los servicios públicos básicos y estimular la economía por medio del turismo y las pesquerías sustentables.

¹Este proyecto reemplazó la propuesta de 2019 para declarar los humedales de Mahahual como área nacional protegida, ya que los estudios preliminares demostraron que no era viable en este momento.



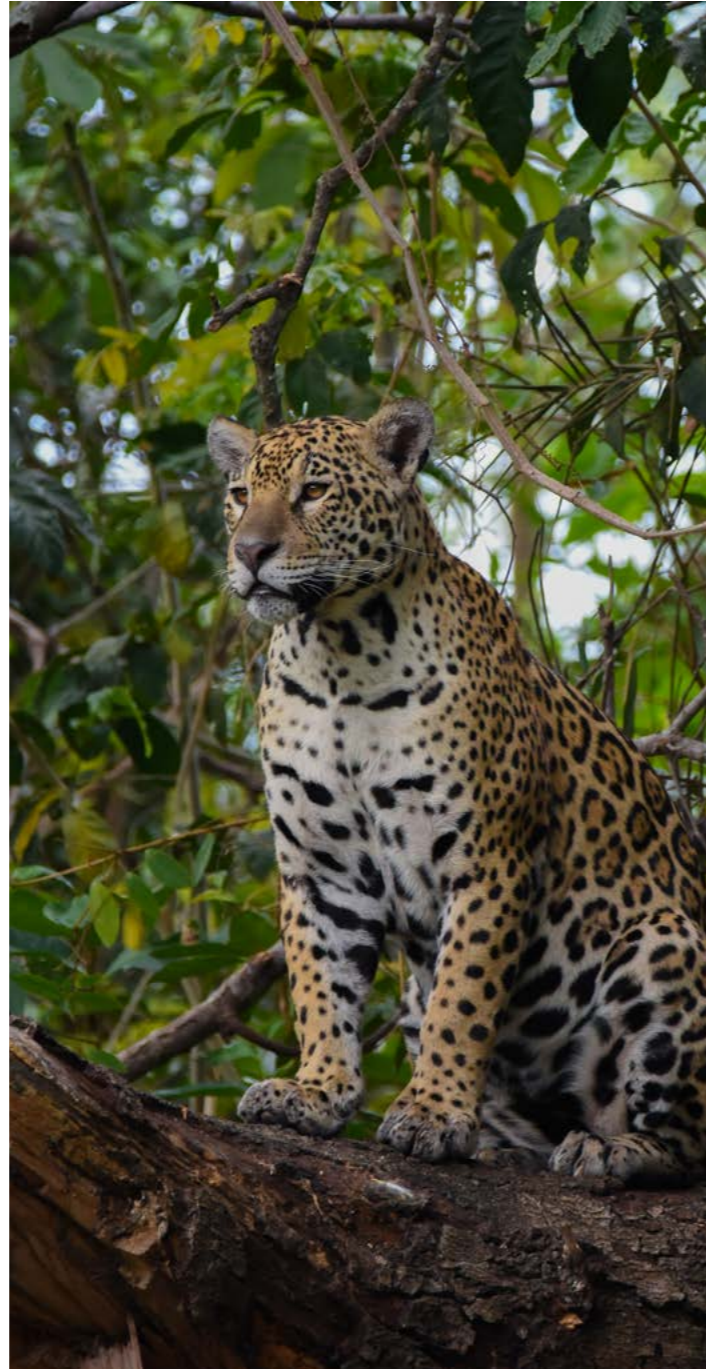
HÁBITAT Y MOVIMIENTOS DEL JAGUAR (*PANTHERA ONCA*) EN UN PAISAJE DOMINADO POR LOS HUMANOS EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, 2019-2022

Durante cuatro años, SAC-TUN ha apoyado el monitoreo del jaguar y otros felinos que lleva a cabo la Universidad Autónoma de Querétaro en los terrenos de la empresa y en zonas aledañas en Playa del Carmen. Una de las metas principales de este proyecto es contribuir a fortalecer el conocimiento sobre cómo los jaguares, pumas y otros felinos utilizan las áreas explotadas que estamos restaurando. Esto se ha hecho con tecnología de punta, incluyendo la instalación de radiotransmisores satelitales en 5 jaguares.

Cámaras trampa

Para determinar cuáles son las áreas que los felinos frecuentan, entre 2019 y 2022 instalamos un total de 32 cámaras trampa en las propiedades de SAC-TUN y creamos una base de datos georreferenciados de la fauna silvestre fotografiada durante este periodo.

Con las fotografías obtenidas y con base en sus patrones individuales de manchas, identificamos 15 jaguares (6 hembras, 7 machos, 2 a los que no se les pudo determinar el sexo) en los terrenos de SAC-TUN: 1 hembra de jaguar en 2019 y 1 jaguar de sexo indeterminado; 2 hembras (1 nueva) y 2 machos nuevos en 2020; 6 hembras (4 nuevas), 3 machos nuevos y 1 jaguar de sexo indeterminado en 2021; y 3 hembras (1 nueva) and 4 machos (1 nuevo) en 2022. Dos de los jaguares machos identificados en 2021 eran las crías de la hembra identificada en 2019.



Durante este proyecto, con las cámaras que hemos instalado se han obtenido un total de 68,537 fotografías en los terrenos de SAC-TUN (6,116 en 2019; 16,296 en 2020; 17,906 en 2021; y 28,219 en 2022) que documentan la presencia de 160 especies de vertebrados, incluyendo 79 especies de aves, 31 de mamíferos, 16 de reptiles y 1 de anfibios, 29 de las cuales están bajo alguna categoría de protección bajo las normas mexicanas. Siete jaguares (3 hembras, 4 machos) fueron fotografiados en 2022.

Con las fotografías obtenidas entre abril y diciembre de 2022 registramos 11 especies protegidas por la norma mexicana NOM-059 y 6 especies que están incluidas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Muchas de estas especies están entre las menos fotografiadas, pero su presencia en los terrenos de SAC-TUN implica que allí encuentran condiciones adecuadas para sobrevivir. Esta información es muy útil para diseñar estrategias de conservación de estas especies.

Las especies más fotografiadas fueron el coati (*Nasua narica*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el cereque (*Dasyprocta punctata*) y la zarigüeya (*Didelphis virginiana*) – todos los que, excepto el pavo ocelado y la zarigüeya, son presa de jaguares y pumas, y son abundantes en los terrenos de SAC-TUN, que puede ser la razón por la que los felinos visitan esta zona. Las especies menos fotografiadas fueron los reptiles, incluyendo las iguanas grises.

Para llevar a cabo análisis comparativos entre la abundancia de vida silvestre en terrenos privados aledaños a nuestros terrenos, en octubre de 2019 y 2020 instalamos 23 cámaras trampa en el Ejido Manuel Antonio Ay, localizado a 11 km, en el municipio de Tulum. Las cámaras estuvieron activas durante un mes cada año y obtuvieron fotografías de 2 jaguares y otras 38 especies (16 especies de mamíferos, 3 de reptiles y 19 de aves).



Captura, marcaje y liberación de felinos

Con base en la evidencia fotográfica obtenida con las cámaras trampa, en cuatro ocasiones entre diciembre de 2019 y diciembre de 2022 instalamos trampas en lugares seleccionados en los terrenos de SAC-TUN para capturar, examinar, marcar y liberar jaguares y otros felinos con el propósito de monitorear sus movimientos. Las 6 trampas más recientes fueron instaladas en noviembre de 2022 y allí permanecen mientras escribimos este informe, con la esperanza de recapturar algunos de los felinos que marcamos anteriormente y reemplazar las baterías de sus collares con radiotransmisores satelitales.

En total, hemos marcado y liberado un total de 7 felinos durante los primeros tres años de este proyecto: 1 jaguar macho y 1 jaguar hembra preñada en 2019, 2 pumas machos y 1 puma hembra en 2020, 1 jaguar hembra y 1 puma macho capturados entre enero y marzo de 2022, y 1 puma recapturado en diciembre de 2022.

Los felinos fueron anestesiados y examinados por un veterinario para determinar su estado de salud, y se tomaron muestras de sangre y tejido para analizarlos. Los resultados entre 2019 y 2020 mostraron que un puma macho y un puma hembra tenían alrededor de 17 meses de edad, que el macho estaba más delgado y la hembra en mal estado de salud. Juzgando por la condición de sus dientes, el otro puma macho y la puma preñada tenían alrededor de 5 años. Con 7 años, el jaguar macho era el más viejo. Los 3 pumas tenían el parásito *Dirofilaria sp.*, una especie conocida como gusano del corazón; los animales fueron medicados por veterinario para eliminar estos parásitos.

Capturamos otros 2 felinos en febrero de 2022, un puma hembra de dos años estaba en muy buen estado de salud, pero era muy pequeña para instalarle un collar con radiotransmisor satelital, por lo que fue liberada sin collar después de ser examinada. El puma macho que se capturó unos días más tarde también estaba en buen estado de salud

y tenía una edad similar a la hembra, pero como era más grande se le instaló un collar con un radiotransmisor satelital y fue liberado. No se capturaron otros felinos durante el segundo periodo de trapeo en 2020-2021. En el tercer periodo de trapeo, en diciembre de 2022, se recapturó un puma que había sido capturado antes y se registraron los datos almacenados en su radiotransmisor; posteriormente fue liberado.

Con base en la experiencia de los primeros tres años del proyecto, hemos pedido al fabricante que modifique los collares para poderlos usar con jaguares más pequeños; y ahora contamos con 5 radiotransmisores nuevos.

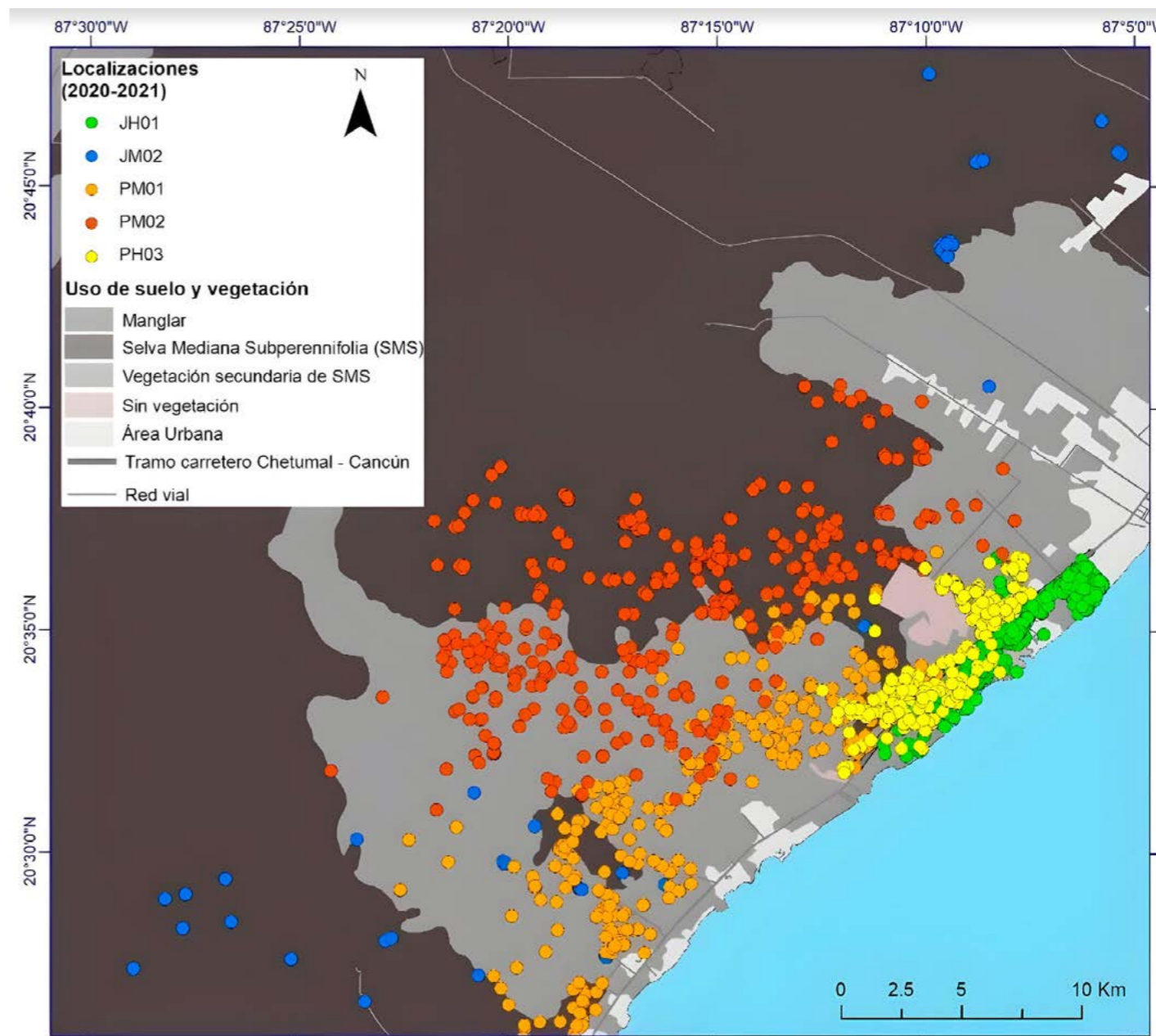
Evaluación del uso del hábitat por los jaguares, sus presas y su conservación

La información obtenida sobre los movimientos de los primeros 5 felinos marcados durante más de un año (2019-2020) de monitoreo satelital (1 hembra y 1 macho de jaguar, 1 hembra y 2 pumas machos), junto con 8 meses de monitoreo satelital del puma marcado en 2022 y la información recuperada del radiotransmisor satelital del jaguar que murió en 2021, nos han proporcionado 2,503 localizaciones que hemos usado para crear un mapa preliminar de las áreas frecuentadas por estos felinos. En total, estos felinos marcados se han movido en un área de 544 km² entre Playa del Carmen y Akumal, y los machos tienden a desplazarse en área más extensas que las hembras.

Las señales que hemos recibido de los radiotransmisores satelitales del puma macho marcado en febrero de 2022, junto con más localizaciones de los movimientos de 2 pumas machos en diciembre de 2022, nos han permitido ampliar el mapa preliminar del área total en donde se mueven los felinos estudiados. Este mapa muestra el ámbito hogareño de cada felino (el área dentro de la cual un individuo se mueve para obtener los recursos necesarios para sobrevivir) y otras áreas que usan de manera menos frecuente temporalmente, o como zonas de tránsito.

Los análisis de la información sobre los movimientos de los felinos revelan que su actividad y movimientos están influenciados por la disponibilidad de presas que, a su vez, depende de la temporada del año. En general, la mayoría de los felinos se desplazan más lejos en la temporada seca de estos dos años, aunque un jaguar hembra se movió más lejos en la temporada de lluvias en 2022 cuando cruzó la autopista 307. Su ámbito de distribución se redujo de manera considerable a sólo 2.31 km² en febrero de 2021 y parece probable que en esta área de los terrenos de SAC-TUN se localice la madriguera en donde nacieron sus dos crías (fotografiadas con una cámara trampa en agosto de 2021). Las crías tienen ahora dos años y fueron fotografiadas nuevamente en la misma área en donde nacieron.

Aunque los radiotransmisores satelitales de los primeros 5 felinos que marcamos ya no están activos, con registros fotográficos de las cámaras trampa sabemos que cuando menos un puma macho seguía vivo en noviembre de 2022 y que un puma hembra también estaba vivo en marzo de 2022; ésta estaba con sus crías de menos de seis meses de edad.





Tipo de hábitat

La mayor parte del área de estudio son selvas bajas con árboles de hasta 22 metros de altura. Sin embargo, la mayoría de los lugares que frecuentan los felinos tiene selva baja secundaria con árboles de menos de 19 metros de altura, así como áreas sin vegetación.

Conflictos jaguar/humanos

Los mapas que hemos desarrollado de los movimientos de los felinos han sido particularmente útiles para esclarecer las dificultades que estos animales tienen, cada vez más, cuando cruzan la autopista federal 307, a medida que el tránsito de automóviles y otras actividades humanas aumentan. Dos felinos grandes fueron atropellados y muertos a unos 10 kilómetros de Playacar: el primer atropellamiento fue de un puma macho (sin radiotransmisor) el 3 de junio de 2021 y el segundo fue de una hembra adulta de jaguar en la autopista 307 el 30 de septiembre de 2022, a 160 metros del otro atropellamiento. Esta hembra fue capturada y marcada por primera vez en 2020 y tuvo dos crías que monitoreamos durante año y medio. Recuperamos su radiotransmisor y estamos analizando la información registrada, que es importante para saber más sobre los lugares en donde la fauna silvestre cruza esta autopista.

Estamos preparando una propuesta para las autoridades sobre la localización del lugar o lugares en donde convendría construir cruces seguros para la fauna y así disminuir los riesgos de atropellamiento en esta autopista.

Muestras fecales

La extracción de ADN de las células intestinales halladas en muestras fecales es un método no invasivo que se utiliza para determinar la especie y el sexo de la fauna silvestre. Hicimos un análisis genético de las muestras fecales tomadas en los terrenos de SAC-TUN entre 2018 y 2022, y comprobamos la presencia de jaguares, pumas y otra fauna silvestre que frecuenta estas áreas cada año. Los exámenes más recientes de 40 muestras fecales recolectadas hasta septiembre de 2022 indicaron la presencia de 10 jaguares (3 hembras y 7 machos, de los que 1 macho y 1 hembra eran hermanos), 6 pumas (1 hembra, 5 machos), 3 ocelotes (1 hembra, 2 machos), 26 temazates (*Mazama pandora*) y 25 venados cola blanca.

Los análisis de la dieta de las muestras fecales de 5 jaguares, 2 pumas y 2 ocelotes recolectadas durante este proyecto revelaron la presencia de 8 especies de presas (6 mamíferos y 2 reptiles) de las que estos felinos se alimentan. Las presas más abundantes son el cereque y el venado cola blanca, seguidas del pizote. Las presas menos abundantes son las iguanas (*Iguana iguana*), la paca (*Cuniculus paca*), el pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Las muestras fecales de los jaguares revelaron trazas de cereques, zorras grises, venados cola blanca, iguana verde, pizotes y pecaríes.

La presencia de 26 temazates y 25 venados cola blanca, los dos con alta diversidad genética, puede deberse a que habitan los terrenos de SAC-TUN en donde no hay cacería, y estas especies pueden mantener un tamaño de manada seguro. Los resultados son particularmente notables para el temazate, endémico de la Península de Yucatán y del cual no se esperaba que tuviera alta diversidad genética en los terrenos de SAC-TUN. Esto sugiere que esta especie puede ser más resiliente y se adapta mejor de lo que se cree.





Publicaciones científicas en revistas internacionales

- Female puma (*Puma concolor*) highway crossings in the Yucatan Peninsula.

<https://scholarsarchive.byu.edu/wnan/vol80/iss4/19>

- Coyote recent expansion in Quintana Roo state, NE Yucatan Peninsula, Mexico.

[Coyote recent expansion in Quintana Roo State, Northeast Yucatan Peninsula, Mexico \(reabic.net\)](http://reabic.net)

- Genetic diversity between *Odocoileus virginianus* and *Mazama pandora* in northeastern Quintana Roo.

Desafíos y lecciones aprendidas

Seguimos enfrentando el desafío que representa el robo de las cámaras en los terrenos de SAC-TUN por personas externas a la empresa. En 2022 se robaron tres cámaras en el área del Pueblito, aunque estaban protegidas en cajas de metal. Colocamos cámaras adicionales en donde fueron hurtadas.



ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA POBLACIÓN DE MANATÍES EN QUINTANA ROO Y LA CONECTIVIDAD DE LAS POBLACIONES EN LA ZONA COSTERA, 2019-2022

Las metas principales de la primera fase de este proyecto liderado por ECOSUR-Chetumal fueron:

- Establecer la línea base de la distribución espacial, abundancia y movimientos de los manatíes en la zona costera de Quintana Roo para establecer mecanismos para regular y reducir las amenazas detectadas.
- Conocer la estructura demográfica y genética de la población de manatíes y su conectividad.
- Contribuir al Programa de Acción para la Conservación de Manatíes (*Trichechus sp.*) y el Libro Rojo de la UICN.
- Apoyar a las áreas naturales protegidas en donde el proyecto se lleva a cabo con información científica sobre los manatíes, incluyendo recomendaciones para enfrentar las amenazas identificadas.

Para lograr estas metas llevamos a cabo censos aéreos entre 2019 y 2022; foto identificamos manatíes y capturamos y marcamos con radiotransmisores satelitales a manatíes para monitorear sus movimientos.

Censos aéreos

Del 11 al 13 de noviembre de 2022, llevamos a cabo censos sobrevolando desde la Isla Holbox hacia el norte, pasando por la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y sus dos bahías, Ascensión y Espíritu Santo, hasta Xcalak y el Santuario del Manatí en la Bahía de Chetumal. Esta ruta es similar a la que seguimos en los censos aéreos de 2019.

En el censo de noviembre de 2022 contamos 184 manatíes, de los cuales 88.6% eran adultos y 11.4% eran crías. Este fue un mayor número de manatíes y una proporción más alta de crías que en el censo de 2019 y representa una población reproductivamente sana.

Por primera vez, en 2022, observamos que los manatíes adultos y crías eran más abundantes en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (71%, de los cuales 114 eran adultos y 16 eran crías) y en la Bahía de Ascensión se encontraron la mitad de los manatíes, seguida de la Bahía de Chetumal (27%, 44 adultos y 5 crías). En 2019, 32% de los manatíes estaban concentrados en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. En las áreas de Holbox y Yum Balam contamos 5 manatíes adultos en 2022 (menos que en 2019) y no observamos crías, a diferencia del censo en 2019 cuando si las observamos. En Xcalak contamos 3 adultos en 2019 y ninguno en 2022.

La disminución del número de manatíes en la Bahía de Chetumal puede explicarse por el movimiento de los animales hacia Belice, pues tenemos evidencia de que 4 de los 6 manatíes que marcamos en la Bahía de Chetumal en mayo de 2022 cruzaron a Belice y permanecieron allí 46% del tiempo desde que los marcamos con radiotransmisores satelitales. Estos movimientos de los manatíes a lo largo de la costa son una de las razones porque es importante sumar esfuerzos con científicos en Belice para llevar a cabo censos simultáneos que permitan tener una mejor idea de la cantidad de manatíes en la región.

Los movimientos de los manatíes hacia el norte y a lo largo de la costa puede también ser una explicación del aumento significativo de la cantidad de manatíes en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Esta hipótesis se apoya en los 105 avistamientos que registraron voluntarios a lo largo de la costa entre Mahahual y Xcalak, muchos de los cuales tenían heridas o mutilaciones causadas por las propelas de embarcaciones, que son un problema serio para los manatíes en Belice.

Identificación de los manatíes con fotografías y video

Tuvimos una experiencia muy positiva y productiva colaborando con las casas de buceo, guías profesionales, capitanes de embarcaciones y estudiantes voluntarios, quienes nos proporcionaron fotografías y videos para identificar y monitorear manatíes en Mahahual- Xcalak.

En la primera fase de nuestra colaboración con ciencia ciudadana, entre febrero y octubre de 2022, estos voluntarios registraron 105 manatíes (41 machos, 19 hembras; de los demás no se pudo determinar el sexo) con fotografías y videos, que también nos permitieron estudiar su comportamiento.

De estos manatíes, identificamos a 50 individuos con sus marcas naturales, cicatrices y mutilaciones: 13 de estos manatíes no mostraban heridas recientes ocasionadas por propelas de embarcaciones. Estos resultados, junto con el aumento de atropellamientos de los manatíes por embarcaciones observados en

Belice (Galves *et al.*, 2022), señalan la importancia de continuar con los programas de foto identificación para monitorear el impacto de estos accidentes en la población de estos mamíferos acuáticos y tomar medidas para prevenirlos.

Por medio de la ciencia ciudadana hemos podido filmar, por primera vez, a dos grupos de apareamiento de manatíes. Los videos nos permitieron saber más sobre su comportamiento reproductivo en vida silvestre. En el primer video se registró a una hembra seguida por 8 machos durante 10 minutos. El segundo video documenta el comportamiento de rechazo de la hembra con respecto a dos machos. Los dos videos muestran la competencia entre los machos y su comportamiento agresivo hacia la hembra, que los rechaza dependiendo de su fase de receptividad al apareamiento.

Esta participación ciudadana ha sido bienvenida por las tres casas de buceo con las que estamos colaborando², lo que les permite participar en la conservación de los manatíes y su hábitat. Otras casas de buceo del centro y norte de Quintana Roo han expresado interés en participar.

Programa de estudiantes voluntarios de licenciatura

Como parte de nuestras actividades de ciencia ciudadana, invitamos a estudiantes voluntarios con experiencia en buceo para colaborar proporcionándonos fotografías y videos del área de Mahahual- Xcalak. Varios de estos estudiantes están usando estas actividades para acreditar sus pasantías profesionales.



²XTC Dive Center, Dive and Adventure Mahahual and Mahahual Dive Center.

Seguimiento de manatíes equipados con radiotransmisores satelitales

Como parte de la primera fase de tres años de este proyecto, en mayo de 2021 instalamos radiotransmisores satelitales a dos manatíes -un macho y una hembra preñada, a los que llamamos Pancho y Yubarta- para seguir de manera sistemática sus movimientos en la Península de Yucatán.

El radiotransmisor de Pancho se descompuso, dejó de emitir señales y se desprendió. Afortunadamente, este manatí se puede reconocer fácilmente con base en las cicatrices que tiene en la cola y en su costado derecho, y fue avistado descansando en una cueva de Xel-Há en junio de 2022. Juzgando por las fotografías que obtuvo un empleado de un parque turístico, parece que Pancho está en buen estado de salud. Planeamos capturarlo de nuevo e instalarle otro radiotransmisor para seguir monitoreando sus movimientos y comportamiento y, si decide regresar a la Florida, documentar la ruta que toma. Desconocemos si Pancho sigue en aguas mexicanas, pero nuestra red de observadores está atenta buscándolo.

Se avisto a Yubarta con una cría en la Laguna Guerrero en mayo de 2022, y en noviembre de 2022 recibimos un video de ella con su cría en Corozal, Belice. Con base en la información obtenida, construimos un mapa que muestra que Yubarta y su cría prefieren las aguas cerca de la isla Tamalcab, en una localidad llamada "La barra", así como en los canales y la Laguna Guerrero. Con esta información, y después de haber monitoreado los manatíes en esta región, tenemos evidencias de que la Laguna Guerrero y canales asociados son de las áreas más importantes de refugio de los manatíes en el Santuario del Manatí Bahía de Chetumal, y que merece ser protegida de manera especial³.

Estamos tratando de localizar y marcar a otro manatí que llegó a aguas mexicanas procedente de la Florida, a la que llamamos Luna, y que fue avistada en las costas de la Península de Yucatán unas semanas después de que detectamos a Pancho. Luna ha sido monitoreada durante más de 1,000 días en la Florida (Morales-Vela et al., 2021).

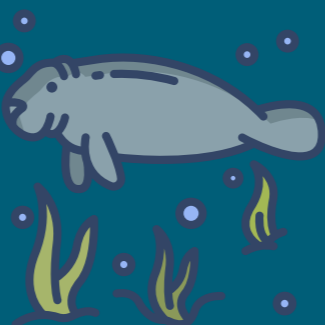
Captura de manatíes para examinación médica

Detectamos que una hembra adulta que capturamos en mayo de 2021 tenía una infección por papiloma viral. Este es el primer reporte de la presencia de este virus en la región y estamos preocupados por el riesgo para los manatíes nuestra área (Mignucci-Giannoni et al., 2022). Por esa razón, capturamos 6 manatíes (4 machos, 2 hembras) en junio de 2022 para obtener muestras biológicas; nos acompañaron veterinarios que examinaron a los manatíes. Debido a la gravedad de esta situación, estamos llevando a cabo análisis serológicos en la sangre de estos manatíes para detectar si hay virus y establecer una línea de base que nos permita monitorear la situación.

Uno de los manatíes que capturamos en junio de 2022 era el mismo que capturamos en 2005 en la misma área, cuando estaba muy delgado y parecía que no sobreviviría. Su recaptura en la misma área demuestra la fidelidad de los manatíes por sus zonas de concentración en esta región.

Libro sobre manatíes

En el marco de este proyecto, preparamos y publicamos el primer libro sobre los manatíes de la Península de Yucatán. El libro abarca más de tres décadas de trabajo científico del investigador principal del proyecto, Benjamín Morales Vela, incluyendo información obtenida como parte del proyecto apoyado por SAC-TUN desde 2019.



CONTRIBUCIÓN AL MANEJO SUSTENTABLE DEL TURISMO CON TIBURÓN BALLENA EN EL CARIBE MEXICANO, 2019-2022

La meta de la primera fase de tres años de este proyecto, liderado por Pronatura Península Yucatán, era diseñar modelos que apoyaran la gestión sustentable del turismo con tiburón ballena en sus áreas de agregación, y sobretodo, contribuir a entender mejor los números de turistas que pueden interactuar con los tiburones en un momento y un área dada sin impactar negativamente a los tiburones ballena. Estos son modelos sobre la capacidad de carga esenciales para asegurar la conservación de las poblaciones de tiburones ballena, la sustentabilidad del turismo asociado y la generación de medios de sustento para las poblaciones humanas locales.

Sobrevuelos para censar a los tiburones ballena

Entre junio y de septiembre de 2019 a 2022, con el apoyo de la CONANP y la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, realizamos 20 sobrevuelos en áreas de concentración de tiburones ballena en el norte del Caribe mexicano: un total de 42 horas de vuelo y recorriendo 5,676 km². Estos vuelos son parte de más de seis años⁴ de estudios continuos y sistemáticos en los que hemos registrado un total de 1,025 tiburones ballena. La mayoría (97%) de las actividades turísticas con estos tiburones tienen lugar en unos 260 km² de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, en un área conocida como El Azul.

En las últimas tres temporadas observamos una disminución significativa en el número de los tiburones, y en 2022 sólo encontramos 83 tiburones durante 5 sobrevuelos – que es el número más bajo registrado desde 2016. Algo similar fue observado en concentraciones de estos tiburones en otras partes del mundo⁵.

Monitoreo y evaluación del cumplimiento de las regulaciones turísticas sobre tiburón ballena

Un aspecto importante de la primera fase de este proyecto era investigar el cumplimiento de las normas establecidas por las autoridades para regular el turismo con tiburón ballena. Desde el inicio del proyecto hemos monitoreado cada temporada de actividades para evaluar cómo el personal de las embarcaciones turísticas y los visitantes cumplen con las normas, que incluyen, entre otras, tiempos límites para interactuar en el agua con los tiburones, número de embarcaciones que pueden estar cerca de los tiburones en un momento dado y la distancia a la que las embarcaciones y los turistas deben estar de los tiburones.

En 2021-2022, en coordinación con la CONANP y la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, realizamos 11 navegaciones de monitoreo para evaluar el cumplimiento de las normas que regulan esta actividad turística. En 2022, el promedio de cumplimiento fue de 67% y la norma con menos cumplimiento (sólo 37%) fue el número de personas que nadan con un tiburón ballena. Y el menor cumplimiento en el número de embarcaciones turísticas coincide con la menor abundancia de tiburones.

Después de analizar toda la información generada entre 2016 y 2022, preparamos dos modelos de manejo sustentable de la capacidad de carga. El primero se basó en la abundancia de los tiburones ballena en El Azul y pone la capacidad de carga de 1,951 visitantes por día. La abundancia de los tiburones ha demostrado ser una variable altamente relevante en los cálculos de capacidad de carga,

³ Como se demostró con el manatí Daniel (Morales-Vela & Prado-Cuellar, 2020).

⁴ Entre 2016 y 2018, antes de que SAC-TUN empezara a apoyar este proyecto, Pronatura Península Yucatán realizó 17 sobrevuelos para censar tiburones ballena.

⁵ Reeve-Arnold et al. (2016), Womersley et al. (2022).

ya que puede afectar el número aceptable de embarcaciones y de visitantes diarios, y eso influye en el cumplimiento de las normas.

El segundo modelo se basó en la superficie para el uso turístico en El Azul y pone la capacidad de carga de 965 visitantes diarios. El uso de la superficie como variable base para calcular la capacidad de carga tiene la desventaja de que, en un área dada, puede no haber suficientes tiburones para mantener la demanda de las visitas de turistas.

Los dos modelos difieren en 8% en cuanto al número de visitantes recomendados por día. Sin embargo, para los dos escenarios, nuestros resultados sugieren que el número de visitantes aceptado actualmente por día (12 embarcaciones con 10 pasajeros cada una) es demasiado alto. Durante 2022, las actividades turísticas con tiburones ballena se llevaron a cabo en la parte central de El Azul, abarcando 65% del área total usada para calcular la capacidad de carga. Si sólo se considera esta pequeña área, la capacidad de carga puede estar sobrestimando; es decir, se está permitiendo que haya más turistas de los permitidos.

Otro factor importante a considerar es que cuando las capacidades de manejo del turismo son bajas, la capacidad de carga turística se reduce proporcionalmente. Con base en consultas con personal de la CONANP en la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, calculamos que las capacidades de manejo actuales de las actividades turísticas con tiburones ballena son de 70%. El fortalecimiento del manejo y las capacidades de los prestadores de servicios turísticos involucran la necesidad de más personal y más entrenamiento, así como mejor financiamiento, equipo, materiales, vehículos y más y mejor comunicación sobre las normas para nadar con tiburones ballena, y la manera en que esta actividad debe llevarse a cabo, tanto para evitar afectar a los tiburones como para evitar la generación de expectativas erróneas entre los visitantes.

Además de generar información para diseñar los modelos de capacidad de carga, los tres años de la primera fase de este proyecto nos permitieron aclarar (1) cuáles áreas en El Azul son las más utilizadas para el turismo con tiburones ballena, (2) que algunas de las normas para los turistas no se siguen adecuada-

mente, (3) que los números de capacidad de carga varían con el tiempo dependiendo de la cantidad de tiburones y el tamaño del área en que están, y (4) que la cantidad de tiburones en esta área está disminuyendo. Hasta la fecha no hay estudios que expliquen esta disminución en los avistamientos, tanto en nuestra región como en el ámbito mundial. Las razones pueden ser diversas, desde fenómenos oceánicos globales que ocasionan cambios en las condiciones del hábitat (temperatura, corrientes marinas, presencia, estratificación, etc.), cambios en la disponibilidad de alimento, malas prácticas turísticas o los efectos de las capturas de tiburones ballena en el pasado.

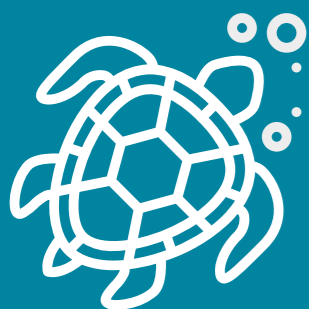
Debido a que los tiburones ballena son una especie en peligro de extinción, es prioritario llevar a cabo investigaciones científicas adicionales sobre las causas y posibles respuestas a la disminución de tiburones en nuestra región. Se debe hacer más para promover acciones de protección del tiburón ballena y su hábitat, y para que los operadores turísticos cumplan con las normas que rigen esta actividad productiva, especialmente lo que tiene que ver con el número de embarcaciones y de turistas que nadan con cada tiburón en un momento dado.

Con esto en mente, en 2023 y como parte de la segunda fase del proyecto, nos enfocaremos en continuar monitoreando el hábitat y las actividades turísticas, pero también en estudiar sus hábitos alimenticios en las áreas en donde estos escualos se concentran. Estudios previos han comprobado la relación estrecha entre la abundancia de los tiburones ballena en el área y la disponibilidad de su comida (zooplácton). En la siguiente fase del proyecto (2023-2025) analizaremos estas variables con el propósito de responder preguntas relacionadas con las variaciones temporales que hemos observado en la abundancia de tiburones.

Diseminación de información científica sobre los tiburones ballena

Para conmemorar en Día Internacional del Tiburón Ballena, el 30 de agosto de 2022, y como parte de las actividades del Séptimo Festival del Tiburón Ballena, SAC-TUN apoyó una exposición fotográfica llamada *Los Gigantes del Mar*, que tuvo lugar en el parque central de la Isla Holbox y se centró en compartir información sobre la especie y la importancia de llevar a cabo las actividades turísticas de manera responsable para disminuir los impactos negativos sobre estos animales. En agosto dictamos una conferencia sobre el tiburón ballena en la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especializados en Animales de Zoológico, Exóticos y Silvestres (AMMVEZOO); estuvieron presentes estudiantes y veterinarios.





CONSERVACIÓN DE HÁBITATS CRÍTICOS DE ANIDACIÓN DE TORTUGAS MARINAS, CONECTIVIDAD Y PARÁMETROS POBLACIONALES EN EL NORORIENTE DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, 2019-2022

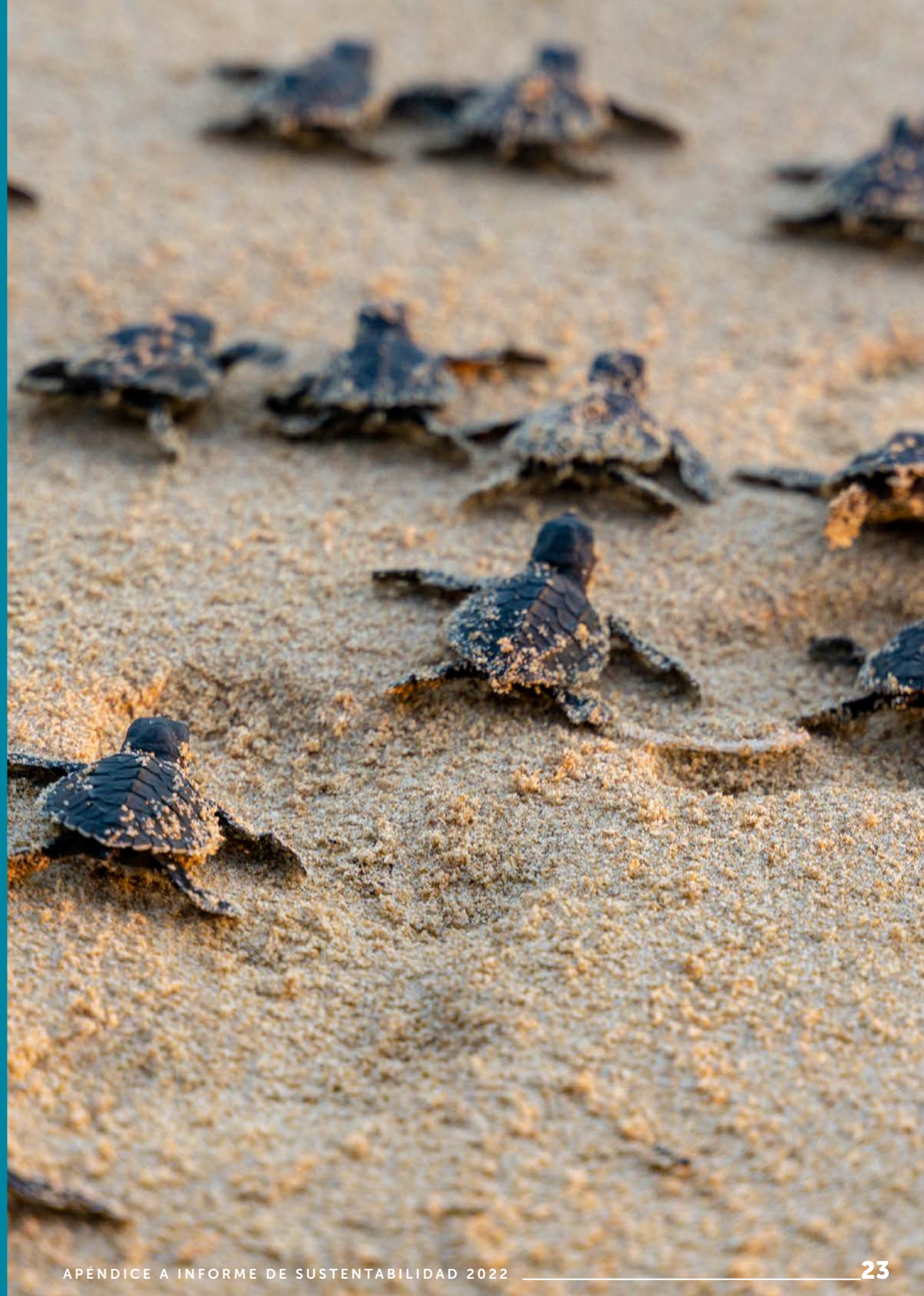
En los tres primeros años de este proyecto, SAC-TUN ha apoyado a Pronatura Península Yucatán en:

- **Registro y protección de 27, 384 nidos de tortugas** (7,302 de carey, 19,999 de verde y 3 de laúd). 90% de estos nidos se encontraron en las dunas costeras de las playas de El Cuyo y Holbox, lo que sugiere que la protección y restauración de estos ecosistemas costeros es fundamental para la conservación de tortugas marinas en la Península de Yucatán.

- **Liberación de 2,025,592 crías de tortugas marinas** (612,390 de carey, 1,408,920 de verde y 283 de laúd, de las cuales unas 250,147 carey, 1,408,920 verdes y 282 laúd fueron liberadas en 2022). El monitoreo y la protección de las crías durante la segunda fase del proyecto es clave para mantener el tamaño de la población de tortugas en la región.

- **Monitoreo y protección de 25 km de playa en El Cuyo y de 34 km de playa en Holbox durante 458 días.** Estas son las playas principales en donde las tortugas depositan sus huevos y las dos están entre las 14 playas de anidamiento más importantes de tortugas carey y verde en el Océano Atlántico. Estas playas son usadas como "termómetros" para medir algunos de los parámetros reproductivos y la recuperación de las poblaciones de estas especies.

El monitoreo que hemos llevado a cabo y el análisis de la tendencia de anidación en los últimos 30 años muestran que el número de huevos depositados tanto por las tortugas verdes como carey ha aumentado en las playas de El Cuyo y Holbox, de la misma manera que en otras playas que están siendo estudiadas en el Golfo de México – lo que convierte a esta en una de las pocas regiones del Gran Caribe en donde las poblaciones de tortugas marinas están creciendo.



Densidad de anidación en El Cuyo

En la playa de El Cuyo hemos observado un aumento en la densidad de nidos de tortuga carey por kilómetro entre 2019 y 2022 (excepto en 2020). En 2019 y 2021, la mayor densidad de nidos (más de 60%) se dio en la playa este, mientras que en 2020 se concentraron en la playa oeste. Los cambios en los patrones espaciales en 2020 probablemente se deban al aumento de lluvia ese año, lo que influyó que hubiera una distribución más homogénea entre las playas. Debido a la pandemia de COVID-19, en 2020 no pudimos registrar por completo los huevos depositados ese año.

En 2022, la densidad de nidos fue similar en las dos playas, con 56.6% registrados en la playa este y 43.4% depositados en la playa oeste; esto puede deberse al aumento de 78% de las nidadas registradas.

No observamos cambios en los patrones de distribución espacial de la densidad de los anidamientos de las tortugas verdes en El Cuyo, con más del 90% de las nidadas documentadas concentradas en la costa oeste durante cuatro temporadas. No obstante, notamos cambios entre temporadas: en 2020 y 2022, el número de nidos por kilómetro (267 y 176, respectivamente) fue mayor que en 2019 y 2021 (130 y 126 nidos por kilómetro, respectivamente). Esto es consistente con un patrón bienal para esta especie.

Los resultados de 2022 confirman que las dos porciones de la playa son importantes para ambas especies de tortugas marinas y que es necesario tomar medidas para disminuir las amenazas a su hábitat. Dos de las amenazas principales son la erosión en la playa oeste, que es sitio de anidamiento preferido por la tortuga verde, y el desarrollo turístico mal planeado en la costa este en donde las tortugas carey prefieren poner sus huevos.

Densidad de anidación en Holbox

En Holbox, el patrón de distribución espacial en la densidad de nidos de la tortuga carey fue similar durante las cuatro temporadas (2019-2022) y mostraron una distribución homogénea en los 24 km de playa. Sin embargo, notamos un cambio anual en el número de nidos por kilómetro: en 2019 la densidad fue de 43.53 nidos/km, en 2020 bajó a 31.88/km⁶, aumentó a 58.71/km en 2021 y disminuyó ligeramente a 57.46/km en 2022. En general, el aumento en la densidad de anidamientos es un indicador positivo del crecimiento de la población de esta especie.

Las tortugas verdes mantuvieron la concentración de anidamientos en los primeros 17 kilómetros en el extremo oeste de la playa de Holbox durante las cuatro temporadas. Sin embargo, la densidad de nidos disminuyó cada año, de 32 nidos/km en 2019 and 21 nidos/km en 2022, que rompe el patrón de una temporada de alta densidad seguida de una de baja densidad en 2021. No está claro qué ocasionó esta aparente disminución: puede haber sido que las hembras prefieren anidar en otras playas como las de El Cuyo y Las Coloradas debido a que no encuentran condiciones favorables en Holbox, o puede ser que los resultados estuvieran sesgados como resultado de los problemas que experimentamos para movernos en la playa, lo que ocasionó que se contaran menos anidamientos de las que realmente hubo. El monitoreo de los anidamientos durante las próximas temporadas será clave para aclarar esta situación.

Desarrollo de la base de datos sobre tortugas marinas

En los primeros tres años de este proyecto, apoyamos el desarrollo de una base de datos, para lo que se revisó, sintetizó y homogenizó la información histórica de los últimos 30 años sobre la población de tortugas marinas en El Cuyo, Holbox y en otras cinco playas de anidación en el Golfo de México.

Los análisis de esta información muestran que la tendencia general es al aumento de los nidos de tortugas carey y verde. No obstante, el crecimiento no ha sido uniforme, con las carey aumentando entre 1990 y 1997, disminuyendo después hasta 2005, aumentando rápidamente entre 2006 y 2014 y permaneciendo relativamente estable desde ese último año. Las tortugas verdes, por otro lado, aumentaron significativamente entre 1990 y 2021, pero mostraron un patrón bienal caracterizado por picos en años pares y una disminución en años impares entre 1990 y 2024, y después un patrón inverso entre 2005 y 2009 con una disminución en años pares y un aumento en años impares. Después, el número de nidos de tortugas verdes disminuyó en Holbox y aumentó en El Cuyo hasta 2020, seguido de una disminución de nidos en ambas playas en

2021. En 2022, en El Cuyo, los anidamientos de tortuga carey aumentaron 78.12% y aumentaron para la tortuga verde 39.53%. Sin embargo, en Holbox, el número de anidamientos de ambas especies disminuyó 2%.

Entre 2019 y 2022, la media de crecimiento anual de anidamientos tortugas carey aumentó en las dos playas de 7.15% a 9.63% en El Cuyo y de 7.48% a 7.71% en Holbox. Sin embargo, en las tortugas verdes disminuyó de 14.34% a 13.97% en El Cuyo y de 14.86% a 11.90% en Holbox.

El patrón espacial de la densidad de anidamientos no cambió durante el período de tres años de estudio, pero hubo un aumento general en el número de nidos por kilómetro, excepto para las tortugas verdes en la playa de Holbox.

El análisis de los datos obtenidos durante más de 30 años por Pronatura Península de Yucatán en esta dos playas fue publicado en la revista científica *Animals*⁷, titulado "Trends in reproductive indicators of green and hawksbill marine turtles over a 30-year monitoring period in the southern Gulf of Mexico and their conservation implications".

⁶ La disminución aparente en la densidad de nidos en 2020 puede haberse debido a la imposibilidad de contar todos los nidos por la pandemia del COVID-19.

⁷ <https://www.mdpi.com/2076-2615/12/23/3280>

Mercado y recaptura de hembras

Tenemos dos objetivos en el marcaje y recaptura de tortugas marinas hembras: conocer la conectividad entre las playas de anidamiento y las playas de alimentación de cada especie, y conocer la proporción de las hembras que marcamos por primera vez (neófitas) y las que hemos marcado en varias ocasiones. Entre abril y octubre de 2022, marcamos 150 hembras neófitas para un total de 546 hembras marcadas entre 2019 y 2022. También identificamos 15 hembras marcadas en temporadas anteriores.

Marcamos una menor cantidad de tortugas en Holbox por las dificultades para monitorear las playas en la segunda temporada debido a problemas de transporte. Por lo tanto, no fue posible estimar la proporción de tortugas verde neófitas y aquellas marcadas varias veces.

Como en temporadas anteriores, en 2022, en las dos playas, la proporción de hembras neófitas fue mayor que las hembras capturadas anteriormente. En El Cuyo, la proporción de tortugas carey hembras neófitas y las otras fue de 8:1, y de tortugas verdes fue de 30:1. En Holbox, la proporción de tortugas carey hembras fue de 4:1. Si comparamos estos datos con temporadas anteriores, todo indica que las poblaciones reproductoras de las dos especies siguen aumentando.

Las recapturas de tortugas carey hembras demuestran su marcada fidelidad por los sitios de anidación. En 2022, 71.42% de las tortugas carey hembras recapturadas en El Cuyo y 87.5% en Holbox fueron marcadas en esas playas. Para las tortugas verdes, sólo 50% de las hembras recapturadas fueron marcadas en El Cuyo. No fue posible estimar el porcentaje en Holbox.

Entre las tortugas recapturadas, se identificó una tortuga carey en El Cuyo que fue marcada en 1998 en Las Coloradas, fue también observada ese mismo año y en 2001 en El Cuyo y en 2022 de nuevo en El Cuyo. Este es el sexto registro de hembras (4 carey, 2 verdes) que han anidado en el noreste de la Península de Yucatán durante más de 20 años y demuestran la marcada conectividad ente las playas de Las Coloradas, El Cuyo y Holbox.

Importancia de los sitios de alimentación en la Florida en Estados Unidos para las tortugas que nacen y regresan a la Península de Yucatán

En 2002, por primera vez, identificamos en Holbox una tortuga carey que fue marcada en la costa este de la Florida, cuando era juvenil. Fue recapturada varias veces en sus áreas de alimentación, y en 2010 fue recapturada para colocarle un transmisor satelital para seguir sus movimientos. Aunque el radiotransmisor había dejado de transmitir señales, seguía adherido al caparazón de la tortuga cuando la observamos en 2022 en la playa de Holbox. Este es el primer registro de una tortuga carey que anidó en el noreste de la Península de Yucatán, creció en la costa de la Florida y regresó a anidar en la misma playa que nació 17 años después de ser marcada. Este hallazgo, además de la identificación de uno de los hábitats de alimentación de las tortugas carey que anidan en la Península de Yucatán, brinda la oportunidad de colaboración y medidas de conservación armonizadas entre México y Estados Unidos.

Compartiendo el conocimiento sobre la importancia de las tortugas marinas

Por medio de video, platicas, notas informativas, mensajes en redes sociales, artículos científicos y actividades recreativas hemos contribuido a elevar la conciencia de 54,208 personas sobre la importancia de las tortugas marinas y las amenazas a su supervivencia, como son la erosión de las playas, el desarrollo turístico, el deterioro de las dunas de arena y el impacto de arrojar plásticos y otros desechos en las playas.

Análisis de muestras de tejido

Entre 2019 y 2022 recolectamos 207 muestras de tejido de tortugas marinas, que han sido catalogadas e inventariadas por el Southwest Fisheries Science Center de la NOAA de Estados Unidos y están siendo analizadas en la Universidad de Georgia en ese país.

Lecciones aprendidas

Durante tres años de monitoreo, las tormentas, huracanes y otros fenómenos meteorológicos han limitado nuestro monitoreo nocturno de los sitios de anidación, obligándonos a hacer salidas de campo de monitoreo durante el día.



MANEJO COMUNITARIO Y CONSERVACIÓN DEL ACUÍFERO Y LOS CENOTES DE MAYA KA'AN Y LA RIVIERA MAYA, QUINTANA ROO, 2019-2022

SAC-TUN ha apoyado a Amigos de Sian Ka'an en la promoción de Maya Ka'an como un destino de turismo sustentable con base en comunidades sustentables. Uno de los principales enfoques durante esta primera fase de tres años ha sido el fortalecimiento de la gobernanza del agua y la mejora del manejo de agua con la conformación de comités del agua en 22 comunidades de Maya Ka'an, con el propósito de garantizar la permanencia de las acciones para conservar el agua, así como la construcción de ecotecnologías para apoyar en el uso sustentable de los recursos acuáticos.

La primera fase del proyecto se enfocó en cinco metas a 2022:

1. Desarrollo de una estrategia de gobernanza del agua en 22 comunidades de Maya Ka'an.
2. Capacitar a maestros y estudiantes de al menos 12 escuelas de Maya Ka'an y Playa del Carmen en el cuidado del agua.
3. Fortalecer la participación de los maestros y estudiantes de al menos 12 escuelas de Maya Ka'an y Playa del Carmen en el uso y cuidado de los acuíferos y cenotes, generando información de la calidad del agua en sus comunidades.
4. Fortalecer las capacidades de los dueños y usuarios de 9 propiedades con cenotes para que adopten buenas prácticas para su uso y conservación.
5. Mejorar las capacidades de los operadores de plantas de tratamiento en 12 hoteles de la Riviera Maya.

Desarrollo de una estrategia de gobernanza comunitaria del agua en 22 comunidades de Maya Ka'an

Con el apoyo de SAC-TUN, para finales de 2022, Amigos de Sian Ka'an ha iniciado con éxito estrategias comunitarias de gobernanza del agua en 22 comunidades en los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos en la región de Maya Ka'an. Los avances claves en 2021-2022 incluyen:

- Llevamos a cabo 14 diagnósticos socioambientales en 14 comunidades para decidir qué ecotecnologías deberían construirse, los indicadores de impacto del proyecto y la manera en que Amigos de Sian Ka'an podría apoyar en el fortalecimiento de las comunidades.
- Se presentó en detalle la estrategia comunitaria de gobernanza del agua en 22 comunidades, analizando con ellas el catálogo de ecotecnologías, su operación, beneficios y su relevancia en términos de los diagnósticos socioambientales. En total, 1143 personas de 22 comunidades participaron en los talleres, eventos comunitarios, asambleas, festivales y actividades de educación ambiental y ciencia ciudadana.
- Conformamos comités de agua en 7 comunidades (San Antonio Segundo, Tzukum, Dzaptún, Yaxche Chal, Sahcabchén y Santo Domingo), lo que condujo a la construcción de 86 ecotecnologías para el agua (6 de captura de agua de lluvia en techos, 40 sistemas de captura de agua de lluvia y 40 cisternas) y su mantenimiento.

•Apoyamos a 6 comunidades en donde se instalaron ecotecnologías, para identificar y resolver problemas relacionados con su construcción e instalación.

•Capacitamos a 542 adultos y jóvenes de 22 comunidades en aspectos relacionados con las condiciones geológicas-hidrológicas del territorio que habitan. La meta era fortalecer el sentido de comunidad de los participantes, su interés en la conservación y su apropiación de las ecotecnologías para el manejo adecuado del agua.

•En total nuestros esfuerzos beneficiaron a 3,467 personas (48.8% mujeres, 51.2% hombres) de comunidades indígenas.

Capacitación de maestros y estudiantes en buenas prácticas para el manejo y conservación del agua

Esto es parte del esfuerzo para estimular a la población local a usar información científica y tecnológica en el fortalecimiento de la toma de decisiones, lo que es esencial para la gobernanza y manejo del agua.

Después de las dificultades que presentó la pandemia de COVID-19, en mayo de 2022 reiniciamos nuestro programa de educación ambiental que incluye buenas prácticas en cenotes y el manejo de la basura. Con la inclusión de 6 escuelas de Maya Ka'an en 2022, para finales de esta primera fase del proyecto hemos involucrado a 571 estudiantes (53% mujeres, 47% hombres) and 17 maestros (60% mujeres, 40% hombres) de 10 escuelas en 9 comunidades.

Programa de ciencia ciudadana con la participación de estudiantes en el monitoreo de la calidad del agua en acuíferos y cenotes

Desde que este proyecto inició, un total de 102 estudiantes (62% mujeres, 38% hombres) han cursado nuestro programa de educación y están ahora participando en una iniciativa de ciencia ciudadana monitoreando un total de 24 cuerpos de agua dulce (6 cenotes, 6 manantiales, 1 río y 11 cisternas). Estos esfuerzos abarcan 12 escuelas⁸, 9 de las cuales empezaron a participar en nuestra iniciativa de ciencia ciudadana en 2022. Siete de estas escuelas y 269 estudiantes (46%) están localizadas en una comunidad maya.

Con base en la información que hemos obtenido hasta ahora, no se observan niveles elevados de contaminación fecal en la mayoría de los sitios, y sólo el manantial Doña Dolores presenta agua contaminada, lo que significa que no debe ser consumida sin un tratamiento adecuado. No obstante, todos los sitios en todas las comunidades exceden los niveles máximos recomendados para agua potable en nitritos (0.05 mg/l) y nitratos (5 mg/l), lo que significa que no es recomendable consumir esta agua de ninguno de estos pozos sin que se haya purificado antes, ya que estos parámetros pueden indicar contaminación por aguas residuales, fertilizantes y detergentes.

En la fase dos de este proyecto planeamos aumentar la participación de padres y madres de familia, tanto en términos de interesarse en apoyar a que sus hijos mejoren sus capacidades para generar información científica, como en acompañarlos en las actividades de campo de ciencia ciudadana.

Fortalecimiento de la adopción de buenas prácticas para el uso y conservación de cenotes

En total hemos capacitado 25 compañías en el manejo integral de cenotes, cuervas subterráneas y corrientes de agua, incluyendo a 13 miembros de cuatro compañías comunitarias en área remotas, Sijil Noh Ha, Expediciones Comunitarias de Sian Ka'an, Balam Nah K'ichpam K'áax y Selva Bonita, las cuales se certificaron en la protección y prevención sanitaria de instalaciones turísticas (CPPSIT) en 2022.

Reconociendo la importancia de continuar ofreciendo estas oportunidades a comunidades remotas que no tienen acceso al internet y aumentar su concientización en iniciativas ambientales, colaboramos con el Instituto de Antropología e Historia (INAH) en el diseño de una historieta ilustrada para promover el cuidado y protección de los cenotes, al mismo tiempo que facilita el entendimiento de los residentes locales y turistas de los valores naturales, históricos y culturales de Quintana Roo. La historieta se publica en 2023.



Mejoramiento de las capacidades de operadores de plantas de tratamiento de aguas residuales

Entre octubre de 2022 y febrero de 2023 llevaremos a cabo nuestro tercer diplomado en tratamiento de aguas residuales para mejorar la salud del Arrecife Mesoamericano y la aplicación de la NOM 001-SE-MARNAT-2021. El propósito de este diplomado es promover la adopción de buenas prácticas en el sector turístico por medio de la profesionalización de los operadores de plantas de tratamiento y otro personal operativo, así como de tomadores de decisiones involucrados en el manejo del agua en la Riviera Maya. Un total de 39 personas de 22 instituciones llevaron a cabo este diplomado: 2 del sector académico, 1 del sector social, 8 del sector privado, 5 del sector público y 6 del sector hotelero.

Lecciones aprendidas

Para lograr las metas de este proyecto, Amigos de Sian Ka'an ha incentivado la apropiación y pertenencia por parte de las comunidades de los recursos de agua dulce y las ecotecnologías, y desarrolló relaciones sólidas y de confianza con las comunidades que participan en estos esfuerzos; todo esto garantiza que se continúe avanzando durante la segunda fase del proyecto.

En la instrumentación de la estrategia de gobernanza comunitaria del agua, el personal de Amigos de Sian Ka'an ha aprendido a adaptarse a las condiciones particulares y las necesidades de cada comunidad para apoyarlos en el proceso de apropiación del manejo del agua. Para seguir fortaleciendo estas relaciones fortaleceremos la colaboración con un enfoque intercultural, respetando y reconociendo las diferencias culturales entre los diversos participantes. También fortaleceremos las habilidades lingüísticas del equipo de Amigos de Sian Ka'an para comunicarse mejor en lengua maya.

⁸ Incluye 3 escuelas que continuarán con sus programas de monitoreo del agua y 9 escuelas que iniciaron dicho monitoreo y mediciones de la calidad del agua en 2022.



PESQUERÍAS SUSTENTABLES A TRAVÉS DE LA PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN EL SISTEMA ARRECIFAL MESOAMERICANO, 2019-2022

Este proyecto busca demostrar que cuando los pescadores (hombres y mujeres) artesanales asumen la sustentabilidad en sus actividades pesqueras y trabajan juntos para compartir los recursos disponibles, todos ganan – sus familias y la estructura social de las comunidades – ya que generan ganancias económicas más regulares y más seguras, consolidan la confianza mutua y mejoran la comunicación.

Las metas principales a 2022 fueron:

- Científicos ciudadanos⁹ monitorean 16 refugios pesqueros y 10 áreas comerciales de pesca para comprender con claridad la ecología de los sitios de agregación de peces, particularmente del mero (*Epinephelus striatus*) y el tamaño de sus poblaciones, así como sobre los movimientos de las langostas de los refugios pesqueros a las áreas de pesca comercial.
- Generar información sobre las dos pesquerías más importantes en el Caribe mexicano, localizadas en Sian Ka'an y Banco Chinchorro, en particular sobre la conectividad socioecológica de las comunidades y los recursos pesqueros compartidos para mejorar su manejo.
- Los pescadores participan en el diseño de las estrategias de adaptación a los impactos globales y para mantener a la pesca sustentable y compartir sus soluciones con otros pescadores en el Caribe mexicano y otras partes del mundo.

Ciencia ciudadana para monitorear los refugios pesqueros y los sitios de desove

Para finales de 2022, llevamos a cabo monitoreos biofísicos y acústicos en 12 refugios pesqueros y tres zonas de pesca comercial con el apoyo de 29 científicos ciudadanos (7 mujeres, 22 hombres) de tres cooperativas pesqueras y personal de la CONANP.

El monitoreo biofísico consistió en enviar equipos de buzos a instalar sensores oceanográficos para medir la temperatura y el nivel del mar, realizar transectos en banda para estimar los tamaños y abundancia de las agregaciones reproductivas de peces, específicamente meros, y coleccionar otros datos sobre peces de importancia comercial, tipo de sustrato del fondo marino, corales e invertebrados claves.

También instalaron sensores para monitorear de manera acústica pasiva los sonidos emitidos por los diferentes peces que registraron en los sitios de agregaciones de peces, que posteriormente fueron enviados para ser analizados e interpretados. Otros científicos ciudadanos marcaron langostas y coleccionaron muestras de agua en diferentes profundidades y tejidos de varias especies de peces cuyo ADN se está analizando.

Esta información ambiental busca demostrar la conectividad entre los diferentes sitios de agregaciones reproductivas de peces en Quintana Roo, así como generar métodos alternativos para estimar la diversidad y abundancia de las especies presentes.

Monitoreo submarino

Las actividades de monitoreo submarino las llevamos a cabo con el apoyo de 23 hombres y mujeres de 6 cooperativas pesqueras de las comunidades de Banco Chinchorro, María Elena, Punta Allen y Canal Nizuc, en coordinación con personal de la CONANP adscrito a las Reservas de la Biosfera de Banco Chinchorro, Sian Ka'an y el Parque Nacional Arrecifes de Sian Ka'an, y de las áreas protegidas de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. El monitoreo fue generalmente realizado durante la veda de langosta (1 de marzo a 30 de junio).

Sensores oceanográficos

Durante el proyecto instalamos 8 sensores tipo hobo para registrar la temperatura¹⁰, uno para registrar datos sobre el nivel del mar¹¹ y 3 sensores acústicos¹² para grabar los sonidos de las agregaciones de peces en 5 refugios pesqueros y 4 sitios de control afuera de las zonas protegidas. Uno de los sensores instalados fue retirado en 2019, pero los demás continúan activos.

Recolectamos 308,613 registros de temperatura y nivel del mar en las comunidades de Banco Chinchorro, Punta Herrero, María Elena y Punta Allen. Los datos de los sensores instalados en diciembre en Xcalak y Punta Allen aún deben ser recuperados y sus datos analizados. Los resultados hasta la fecha muestran que la temperatura oscila entre 20.9° C y 33.3° C, con un promedio de 28° C. El mes más frío en Sian Ka'an fue enero, mientras en Banco Chinchorro fue marzo. Los meses más calientes en Sian Ka'an fueron agosto y septiembre, y octubre en Banco Chinchorro. El nivel del mar tuvo un promedio de 60 PSI, con un máximo de 70.8 PSI.

Transectos en banda para monitorear las agregaciones reproductivas de peces

En María Elena, en abril de 2022, 8 personas de dos cooperativas monitorearon 7 sitios, 4 en zonas de refugio y 3 en zonas de control. La información sobre los transectos en banda refleja un aumento considerable en el número de peces registrado entre 2016-2021 y 2022, con sólo 18.5% del promedio anual registrado y no se obtuvieron registros en los transectos de 2022. No tenemos clara la razón de esto último.

También en abril de 2022, en Canal Nizuc, 5 pescadores (4 hombres, 1 mujer) participaron en actividades de monitoreo submarino en los que 95% del total de los peces observados en los transectos en banda midieron de 0-20 cm, con el mayor número de estos (2,172) que midieron 0-5 cm. Los canales y los manglares en esta zona son refugios importantes para larvas y juveniles.

⁹ Ciencia ciudadana se refieren a la colecta y análisis de información sobre el mundo natural por parte del público, normalmente como parte de proyectos de colaboración con científicos profesionales.

¹⁰ Tres en María Elena, 2 en Punta Allen, 2 en Puerto Herrero y 1 en Banco Chinchorro.

¹¹ En Punta Allen.

¹² Dos en Punta Allen y 1 en El Blanquial en Xcalak.

Debido a la pandemia del COVID-19, la primera vez que monitoreamos las pesquerías de Banco Chinchorro fue en septiembre de 2022, cuando entrevistamos a 23 personas, de ellas 5 mujeres¹³ para que se sumaran al grupo de monitores comunitarios. Los buzos visitaron 5 localidades, dos de ellas en un refugio pesquero, dos de control y una bajo el manejo del ANP, cuando los pargos (familia Lutjanidae) eran las especies de peces más abundantes, seguidos por los jureles (*Trachurus trachurus*) y los meros.

Muestreo de agua, tejido y ADN ambiental

Entre 2020 y 2022, 87 pescadores (hombres y mujeres), con el apoyo de 21 investigadores y personal de la CONANP, trabajaron como científico ciudadanos recolectando información en 12 reservas marinas. En total, colectamos 66 muestras, 54 en Punta Allen y 12 en Xcalak - 9 en El Blanquizal y 3 en sitios control. También colectamos 110 muestras de ADN ambiental y tejidos en tres sitios reproductivos de agregación de peces de importancia comercial, dos en Punta Allen, uno en Xcalak y dos en sitios control en cada localidad.

Durante el último año, y con el propósito de enriquecer la base de datos con información sobre la genética de los peces de los diferentes sitios de agregación, decidimos incluir a otras especies además de *E. striatus* en nuestra colección de muestras de tejidos para análisis. Por esta razón, invitamos más personas de las cooperativas Cozumel y Pescadores de Vigía Chico a trabajar con nosotros, y buscamos individuos con perfiles diferentes que contribuyan a esta red, como técnicos pesqueros, administradores en las cooperativas y dueños de restaurantes en las comunidades.

En 2022, capacitamos 7 de estas personas nuevas para sumarse a nuestros equipos que colectan tejidos, que ahora suman un total de 21 personas (38% mujeres), quienes toman muestras de peces, principalmente de aquellos capturados por los pescadores en sus días normales de trabajo. En Punta Allen colectamos 37 tejidos de peces, 22 de los cuales eran del mero del Caribe y los demás de otras 6 especies. En María Elena colectamos 7 muestras, 4 del mero del Caribe y las demás del mero negro (*Mycteroper-*

ca bonaci) y la anchoveta (*Lachnolaimos maximus*), que estaban en una agregación de varias especies. La pesca se lleva a cabo a una escala menor en María Elena, por lo que sólo 16% de las muestras se tomaron aquí y 84% en Punta Allen.

Enviamos las muestras a la Universidad de Arizona en Estados Unidos, en donde serán analizadas genéticamente usando una prueba PCR diseñada en 2020 para detectar ADN de *E. striatus*.

Monitoreo acústico

El monitoreo acústico pasivo simultáneo en los sitios de agregación reproductivos contribuye a una mejor comprensión de la dinámica temporal de los movimientos de los peces en los diferentes sitios, así como a las similitudes entre ellos.

Con el apoyo de científicos ciudadanos locales, investigadores y personal de la CONANP (7 mujeres y 15 hombres), entre diciembre de 2021 y junio de 2022 instalamos temporalmente sistemas anclados y conectados a hidrófonos en 3 de los sitios de agregación reproductiva más importantes de 3 especies de meros. Durante la temporada de reproducción de 2022, registramos sistemáticamente y de manera simultánea información acústica, primero de un sensor en Niche Habin, Punta Allen, y después en sensores instalados en San Juan (Punta Allen) y El Blanquizal (Xcalak).

En total, durante los primeros tres años de este proyecto hemos colectado 1,068 horas de audios de los sonidos emitidos por diferentes especies de peces en tres localidades. Esta información refleja una mayor actividad acústica entre 9 a 12 días después de la luna llena, con un máximo de actividad entre el amanecer y el atardecer para *E. striatus*. Cuando simultáneamente se considera información en varias localidades, observamos un pequeño retraso en los días de reproducción: + de 9 días después de la luna llena en Punta Allen y de 12 días en Xcalak. Sin embargo, estos resultados cambian para las otras especies, como *Mycteroperca*, en la cual la cantidad de peces tiene su máximo en el séptimo día y la actividad máxima en la tarde, entre las 3 y 6 pm.

Nuestros resultados revelan similitudes y diferencias en las vocalizaciones de 4 especies de meros. Como resultado, hemos ajustado el algoritmo que utilizamos para los datos acústicos (programa FADAR) con nuestros datos del Caribe mexicano, ya que los meros de la región muestran tonos de vocalización mayores y longitudes de onda menores de los registrados en otras regiones del Caribe. Esta es la primera vez que se documenta esta información y su inclusión en el algoritmo permitirá mejorar los sistemas de detección de meros y, por lo tanto, contribuirá a una mejor comprensión de la dinámica de las agregaciones de meros en el tiempo en los tres sitios que monitoreamos y en toda la región.

Durante estas investigaciones, dos mujeres y un hombre del grupo de monitores comunitarios de Punta Allen compartieron sus experiencias con un grupo de investigadores del Centro de Estudios Tecnológicos de Chetumal y personal de la ANP de Xcalak, poniendo énfasis en el potencial de aumentar la envergadura y participación en este tipo de actividades, y su contribución para fortalecer el conocimiento técnico y contribuir así a la continuidad del monitoreo pasivo en Xcalak.

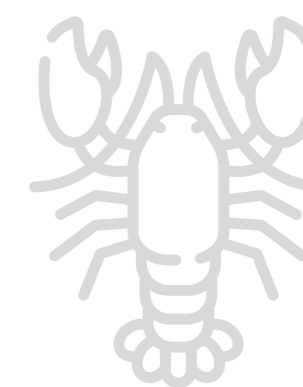
Los socios de la comunidad presentaron sus experiencias y hallazgos a otros miembros de la comunidad y de otras comunidades. Los resultados colectivos de la información del monitoreo y otros resultados del proyecto también se presentaron a las cooperativas en talleres, que revelan que la abundancia de todos los peces disminuyó de 62-73% en el transcurso del período de estudio en todos los sitios de monitoreo (Sian Ka'an y Banco Chinchorro).

Marcaje de langosta

La información colectada en este estudio nos permitió evaluar y comparar la estructura de las poblaciones de langosta en dos comunidades de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Punta Allen y María Elena, y contribuir a proporcionar la influencia de este refugio de pesca en la estructura (tamaño y proporción de sexos) de la población de langostas.

Con el apoyo de 17 personas (13 hombres, 4 mujeres) de dos cooperativas pesqueras, marcamos un total de 726 langostas espinosas del Caribe (*Panulirus argus*): 156 langostas en María Elena con 6 recapturas registradas y 570 langostas en Punta Allen con 27 recapturas registradas. En las dos localidades capturamos la mayoría de las langostas en fondos rocosos y capturamos más hembras que machos, aunque en Punta Allen la proporción entre sexos fue de sólo 3.2%, comparada con 14.2% de diferencia en María Elena. En ambas comunidades la cantidad de langostas juveniles fue baja (0% en María Elena y menos de 6% en Punta Allen). En María Elena, la gran mayoría de las langostas eran adultos, mientras que en Punta Allen la gran mayoría eran sub adultos. La diferencia en el tamaño de las langostas puede deberse a que la mayoría de las langostas marcadas en María Elena (92.3%) fueron capturadas y liberadas adentro del refugio pesquero, mientras que todos los datos de Punta Allen provienen de los lugares de pesca comercial.

Cinco por ciento de las langostas capturadas fueron recapturas, 60% de las cuales se desplazaron menos de un kilómetro de los lugares en donde fueron capturadas y 6% se desplazaron más de 12 kilómetros de ellos. En las dos cooperativas, los 180 socios sabían de la necesidad de informar sobre las recapturas. Los datos de recaptura documentaron el efecto del flujo de las langostas marcadas en los refugios pesqueros hacia las cuatro áreas de concentración de langostas en las zonas comerciales en donde fueron recapturadas y vendidas, ya que cumplen con el tamaño comercial, lo que subraya la importancia de los refugios de pesca en la administración de los recursos.



¹³ Esto fue liderado por la cooperativa Langosteros del Caribe, con la colaboración de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, la organización Muluk, miembros de la cooperativa Vigía Chico y COBI.

Conectividad socio ecológica

Durante este proyecto estudiamos las redes sociales de 6 cooperativas pesqueras en Sian Ka'an y Banco Chinchorro para conocer mejor sus vínculos socio ecológicos. Analizamos cómo interactúan los individuos, cómo están organizados los sistemas pesqueros y colectan datos sobre las relaciones sociales y comerciales entre los diferentes miembros. Entrevistamos a personas para saber qué actores consideran ellos de importancia en sus pesquerías, ya sea porque los apoyan con trabajo, por tomar acciones que les permitan trabajar, porque influyen sus decisiones o porque hacen negocios con ellos.



Conectividad social en Sian Ka'an

Las tres cooperativas de Sian Ka'an evolucionaron de una sola cooperativa en Cozumel y compartieron los mismos recursos pesqueros en los que su principal especie explotada es la langosta espinosa. No obstante, no existen arreglos institucionales formales para la colaboración entre ellos, aunque colaboren con otros actores para promover el manejo sustentable de las pesquerías. Algunas instituciones gubernamentales no están presentes en estos territorios y su ausencia, especialmente en asuntos pesqueros, ha dejado un vacío que ha sido ocupado por las cooperativas, las organizaciones de la sociedad civil y la academia. En el largo plazo esto ha fortalecido los sistemas de organización interna de las cooperativas e impulsado la colaboración entre actores que no son miembros de la comunidad.

Las entrevistas que llevamos a cabo en 2020, durante la pandemia del COVID-19, demostraron que las cooperativas se identifican ellas mismas como los actores principales con la responsabilidad de acciones locales de manejo. De igual manera, las cooperativas pesqueras se reconocen ellas y a las organizaciones de la sociedad civil como los principales actores responsables de liderar los esfuerzos de ciencia ciudadana que generen información científica objetiva, verificable y estandarizada para la toma de decisiones enfocada en lograr la sustentabilidad de las actividades pesqueras. COBI mantiene comunicaciones frecuentes con las comunidades pesqueras para fortalecer estos esfuerzos.

Conectividad social en Banco Chinchorro

En 2022 llevamos a cabo un estudio de conectividad social en la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro, que replicaba el estudio que hicimos en Sian Ka'an en 2020. Hicimos 56 entrevistas con socios de tres cooperativas pesqueras que operan en Banco Chinchorro: Andrés Quintana Roo, Langosteros del Caribe y Pescadores de Banco Chinchorro. El estudio mostró las relaciones familiares estrechas entre las tres cooperativas de esta Reserva de la Biosfera, así como ocasionalmente con la cooperativa José María Azcorra en Punta Herrero, Sian Ka'an. También subrayó la baja movilidad de las personas dedicadas a la pesca, la mayoría de los cuales proviene de Chetumal o de comunidades vecinas y mostró la poca migración de los socios de las cooperativas y de otros muy pocos migrantes de otros estados. También resaltó el papel de la familia en la transmisión del conocimiento sobre la pesca. Las entrevistas mostraron que las tres cooperativas colaboran en asuntos relacionados con el manejo de las pesquerías, así como con otros actores de la comunidad (principalmente CONANP, SEMAR y COBI). La mayor parte de las personas confían en actores que no pertenecen a la comunidad, aunque 14% de los entrevistados dijeron no tener nada o muy poca confianza en las instituciones públicas (CONANP, PROFEPA, SEMAR, INAPESCA y SEMARNAT). La frecuencia de la comunicación con actores externos cambió de muy frecuente antes de la pandemia de COVID-19 y frecuente o regular durante la pandemia.

Intercambio de experiencias sobre ciencia ciudadana

A lo largo del proyecto organizamos una serie de reuniones virtuales y presenciales en donde tanto hombres como mujeres de las comunidades costeras pueden reunirse para colaborar y discutir tópicos como la ciencia ciudadana, monitoreo ambiental y biológico, instalación y uso de sensores acústicos pasivos oceanográficos, equidad de género y manejo de PescaData. Estas reuniones les permitieron a los participantes compartir sus propias experiencias y aprender de otros. También organizamos talleres de capacitación en donde los científicos ciudadanos entrenaron a otras personas (incluyendo científicos) en la replicación de acciones exitosas de monitoreo. Por ejemplo:

- En julio de 2022 organizamos un taller en Ensenada, Baja California, con socios de una federación de cooperativas pesqueras e investigadores de las Universidades de Stanford y Georgia, Estados Unidos, que incluyó un intercambio en donde un socio de Punta Allen presentó sus experiencias con la ciencia ciudadana para la genética de conectividad.
- En septiembre de 2022 tuvimos reuniones con las comunidades de María Elena, Punta Allen, Banco Chinchorro y la isla de Cozumel, en las que 7 hombres y 5 mujeres compartieron sus experiencias como científicos ciudadanos.
- En octubre de 2022 dos personas de Cozumel y Punta Allen participaron en capacitaciones sobre ciencia ciudadana con empleados de SAC-TUN.

Integrantes de la Red de Pescadores y Pescadoras¹⁴ lideraron las actividades en sus comunidades para compartir los beneficios de pertenecer a esta red y generar ciencia ciudadana en beneficio de sus comunidades. De esta manera, la red se ha convertido en una herramienta para el intercambio de soluciones y experiencias, movilizar conocimiento y generar ciencia ciudadana. Las personas que participan en estos grupos también participan en la actualización del manual sobre monitoreo oceanográfico, acústicos y ADN ambiental¹⁵, que incluyen algunas de las soluciones en PescaData¹⁶.

Estos tipos de interacciones fortalecen la autonomía y promueven la responsabilidad compartida, que son claves para la transferencia efectiva de liderazgo.



¹⁴ La red funciona por medio de grupos temáticos con los siguientes objetivos: (1) generar ciencia ciudadana, (2) transmitir el conocimiento entre las comunidades y las organizaciones pesqueras, (3) generar alianzas, (4) buscar el bienestar intergeneracional de las comunidades, y (5) movilizar conocimiento, soluciones y recursos financieros.

¹⁵ https://cobi.org.mx/wp-content/uploads/2022/11/COBI-Manual-monitoreo-oceanogra%CC%81fico_23nov22.pdf

¹⁶ PescaData es una aplicación telefónica que busca conectar a los pescadores artesanales con las plataformas actuales para ayudarles a incorporar sus capturas en esquemas de trazabilidad externa, mientras que al mismo tiempo mejoran sus tecnologías y capacidades administrativas.

Diseño, depuración y publicación de soluciones a los problemas que enfrentan los pescadores en Quintana Roo

Debido a la pandemia del COVID-19, la documentación de las soluciones de los pescadores para resolver los problemas que enfrentan tuvo que ser en línea. Esto planteó un desafío pues algunas de las comunidades no tienen acceso a servicios de internet o no se sienten cómodas de no tener reuniones presenciales e interacciones uno a uno. No obstante, al final de los talleres virtuales generamos un espacio para el diálogo e intercambio de experiencias y los participantes se motivaron para compartir más soluciones. Uno de los desafíos que todavía enfrentamos es la ausencia de un estándar para evaluar lo que puede considerarse como una solución comunitaria. Hemos empezado a conformar un estándar que pueda servirnos como guía para este propósito.

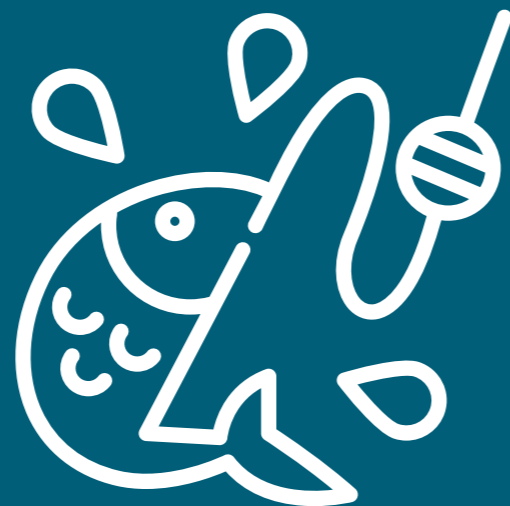
Hasta agosto de 2022 hemos documentado 65 soluciones comunitarias, 16 de ellas en Quintana Roo que fueron generadas por 7 de nuestros socios. Tres de estas soluciones ya están en la aplicación de teléfono celular *PescaData*¹⁷ y las otras tres soluciones que fueron desarrolladas por COBI con las comunidades formaron parte de la plataforma global *Panorama Solutions*¹⁸. Seis de estas fueron publicadas en 2019, de las que cuatro incluyen contribuciones de los pescadores (hombres y mujeres) del Caribe (sobre reservas marinas, ciencia ciudadana, innovación tecnológica, recuperación de ecosistemas por medio de acciones colectivas). Cada solución tiene cuatro o cinco componentes que describen detalladamente las acciones que se toman. Tres ejemplos incluyen: el papel de la ciencia ciudadana en la sustentabilidad pesquera¹⁹, el monitoreo comunitario del cambio climático y *NaturaLista*: observaciones ciudadanas sobre la biodiversidad.

Otros ejemplos documentados de soluciones incluyen la consolidación de opciones de mercado, manejo de especies invasoras, restauración de ecosistemas, monitoreo biológico, genético y acústico, compromiso de una cooperativa, cooperativas turísticas constituidas por mujeres, modificaciones de artes de pesca y manejo de la basura.

En octubre de 2022, COBI brindó apoyo técnico para motivar a las cooperativas a subir dos soluciones adicionales en la plataforma *Panorama*: una sobre el pez león (una especie invasora) y otra sobre la sustentabilidad de la pesquería de la langosta espinosa del Caribe. Sin embargo, la disposición de las cooperativas para colaborar (principalmente en línea) está relacionada con las condiciones del mercado de langosta y, si el precio baja y les ocasiona preocupaciones, los pescadores se muestran menos dispuestos a participar en línea.

Estamos también colaborando con un estudiante de doctorado de la Universidad de Miami en Estados Unidos, quien está llevando a cabo un año de investigaciones etnográficas de los pescadores artesanales de Cancún, para responder preguntas como: ¿cómo el ambiente urbano moldea las oportunidades y desafíos para la resiliencia de los medios de vida en comunidades en donde se pesca artesanalmente? Este estudiante está estudiando a los pescadores de la Sociedad de Cooperativas Pesqueras de Puerto Juárez (Cancún), una cooperativa que ha demostrado resiliencia en un ambiente urbano, ya que ha superado varios desafíos importantes (huracanes, recesiones económicas, la pandemia de COVID-19, etc.) durante los 35 años de su existencia. Se publicó un artículo científico como resultado de estos estudios:

<https://ecologyandsociety.org/vol27/iss3/art46/>.



Otros artículos que hemos publicado incluyen:

- The voice of Mexican small-scale fishers in times of COVID-19: impacts, responses, and digital divide:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X21002177>

- Between uncertainty and hope: Young leaders as agents of change in sustainable small scale fisheries:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-021-01639-2>

- Fisheries voices in the COVID-19 pandemic: small-scale fisheries challenges and solutions

https://cobi.org.mx/wp-content/uploads/2022/03/6.-COBI_The-Voices-of-the-coast-in-the-COVID19-pandemic.pdf



Renovación de las zonas de refugio pesquero

Nuestro monitoreo continuo como parte de este proyecto generó información clave para apoyar a las cooperativas pesqueras en su solicitud a la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (CONAMER) en la renovación de 10 refugios pesqueros (2 en Punta Allen, 8 in María Elena). Estas renovaciones fueron decretadas entre noviembre y diciembre de 2022 y extienden la protección de estas zonas por cinco años, brindando continuidad a la conservación de recursos pesqueros y validando la relevancia de la ciencia ciudadana para la generación de documentos de política pública.

En conclusión...

Al finalizar los primeros tres años de este proyecto, compartiendo responsabilidades y liderazgo con las comunidades en las acciones de monitoreo, COBI ha ampliado su capacidad de acción en este campo, sin necesidad de estar presencialmente en las zonas de desove y reproducción de peces.

Este proyecto demostró que aplicando metodologías innovadoras, como el ADN ambiental y el monitoreo acústico pasivo para caracterizar los sitios de agregaciones pesqueras de desove, acciones que pueden ser llevadas a cabo por los pescadores, contribuyendo de esta manera a la generación de ciencia ciudadana y alianzas de colaboración entre los investigadores, los administradores de parques nacionales sancionados y los usuarios de los recursos pesqueros.

Las demoras en las actividades en el campo causadas por la pandemia del COVID-19 condujeron a la aplicación de formas diferentes de trabajo, incluyendo trabajo remoto, lo que subraya la capacidad adaptativa de las personas que viven en las comunidades costeras frente a los cambios globales.

De alguna manera, la pandemia catalizó que los integrantes de los grupos de monitoreo desempeñaran un papel más importante en liderar el trabajo de campo. No obstante, también se presentaron desafíos para la comunicación entre las comunidades que generaban la información. Es importante que los científicos ciudadanos puedan acceder y constatar los resultados de su trabajo, para que puedan usar la información y sentirse valiosos por sus contribuciones a la ciencia.



¹⁷ <https://pescadata.org/>

¹⁸ <https://panorama.solutions/en/solution/>

¹⁹ <https://panorama.solutions/en/solution/ciencia-ciudadana-en-pro-de-la-sostenibilidad-pesquera>



DESARROLLO DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN ESPACIOS DE CONSERVACIÓN DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, 2019-2022

Desde 2019, SAC-TUN ha trabajado con la SEMA (<https://qroo.gob.mx/sema>), Amigos de Sian Ka'an, (<https://www.amigosdesiankaan.org/>) y la Universidad de Quintana Roo (<https://www.uqroo.mx/>) apoyando la conformación de 3 parques y reservas nuevas, y en la preparación de los planes de manejo de otras, que ya han sido publicados oficialmente.

Información más detallada sobre los avances en 2020 y 2021 se puede encontrar en [SAC-TUN_INFORME-DE-SUSTENTABILIDAD-2020.pdf](#) (sactun.com) y [Informe-de-sustentabilidad-2021.pdf](#) (sactun.com).

El desarrollo de estos proyectos fue demorado por la pandemia del COVID-19 y parte de las actividades tuvieron que llevarse a cabo en línea. Para finales de 2022, hemos apoyado la investigación científica y la elaboración de estudios técnicos, estudios justificativos y decretos para 3 áreas naturales protegidas propuestas:

- Parque Estatal Laguna de Bacalar, Bacalar, Quintana Roo
- Parque Estatal Ecológico Chemuyil-X'cacel
- Parque Estatal Humedales de Puerto Morelos.

La creación de estas 3 ANP sumarán 13,469 hectáreas a las áreas protegidas de Quintana Roo (12,006 ha in Bacalar, 1,000 ha en Chemuyil-X'cacel y 463 ha en Puerto Morelos). A través de la SEMA también apoyamos a IBANQROO en la investigación, preparación y desarrollo de planes de manejo integrales en estas ANP:

- Área Natural Protegida Laguna Manatí.
- Zona Sujeta a Conservación Ecológica Refugio Estatal de Flora y Fauna Laguna Chacmochuch
- Parque Estatal Laguna Bacalar



DECLARACIÓN DE NUEVAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Estudio de factibilidad social para el establecimiento de la ANP Laguna Bacalar

La propuesta es reclasificar el Parque Estatal Ecológico Laguna Bacalar en un área natural protegida e incluir a la Laguna Bacalar y los humedales costeros que lo rodean, sumando de esta manera 12,000 hectáreas a la nueva área natural. SAC-TUN apoyo a la SEMA, IBANQROO y Amigos de Sian Ka'an en la preparación de los estudios justificativos preliminares que apoyan la expansión de esta nueva ANP.

Estudio previo justificativo para la propuesta de Parque Estatal Ecológico Chemuyil-X'cacel

La propuesta es conformar esta nueva ANP en 483 hectáreas de selvas y humedales alrededor de las dunas de arena y las playas de anidación del Santuario de Tortugas Marinas X'cacel-X'cacelito. Esta iniciativa ofrece la oportunidad de garantizar y promover la conservación de selvas representativas y humedales que desempeñan un papel fundamental para mantener los procesos dinámicos que mantienen e interconectar los arrecifes costeros, las playas y las dunas en donde las tortugas depositan sus huevos.

Estudio previo justificativo para la creación del Parque Estatal Humedales de Puerto Morelos

La propuesta es proteger 463 hectáreas de selva media y humedales que conforman uno de los últimos remanentes de los ecosistemas que se extendían originalmente desde el sur de Cancún hasta el sur de Puerto Morelos. SAC-TUN apoyó a la SEMA, IBANQROO y Amigos de Sian Ka'an en la preparación del estudio previo justificativo, que fue publicado y puesto en consulta pública. El documento final fue presentado al gobierno del estado de Quintana Roo como soporte del decreto correspondiente. SAC-TUN también apoyó a IBANQROO en una iniciativa para reactivar el Parque Ecológico Estatal de Puerto Morelos.

Plan de manejo y estudios técnicos para fortalecer el Área Natural Protegida Laguna Manatí

La meta de este proyecto es proteger y fortalecer esta área protegida. Hasta 2022, con SEMA y otros aliados hemos avanzado en:

- 1.Preparación del estudio técnico y borrador del plan de manejo.
- 2.Investigar las condiciones del hábitat y los tamaños poblaciones de las especies que habitan el área, incluyendo peces y cocodrilos.
- 3.Fortalecer el manejo del ANP y la conservación a través de la capacitación y equipamiento de guardaparques y la participación de la comunidad.
- 4.Construcción de infraestructura para apoyar el manejo del ANP y la atención de los visitantes.

Plan de Manejo

Entre 2019 y principios de 2020, apoyamos a la SEMA en la elaboración de un estudio técnico de las 234 hectáreas del ANP, que describe en detalle sus características físicas, biológicas y socioeconómicas, inventarios de la flora y fauna y su estado de conservación, así como información sobre la tenencia de la tierra. Estos estudios demostraron que los manglares ocupan 88% de la superficie del área, la Laguna Manatí 9% y el resto son zonas con especies exóticas o sin vegetación.

El plan de manejo propone un área núcleo de conservación de 150 hectáreas que representan 64% del total de la superficie del ANP para proteger los manglares, así como otras zonas para la protección de cenotes y las fuentes de agua.

Plan de manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Refugio Estatal de Flora y Fauna Laguna Chacmochuch

Las 1,914.52 hectáreas de esta ANP se localizan al noreste de Cancún y fue establecida el 16 de agosto de 2018.

SAC-TUN apoyó a la SEMA, IBANQROO Y Amigos de Sian Ka' an en la finalización del plan de manejo, que fue presentado al sub-consejo asesor del área protegida, validado en las consultas públicas y está en proceso de ser instrumentado. Esta ANP comparte límites con el Área Natural Protegida Laguna Manatí, que a su vez es parte de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.



CONTACTO



SAC-TUN. 2023. SAC-TUN Informe de Sostenibilidad 2022. SAC-TUN, Km. 282.6, Carretera Federal Chetumal Cancún, Punta Venado, C.P. 77600, Planta Calica, Cozumel, Quintana Roo, México.

Sustentabilidad
Karla González gonzalezk@vmcmail.com

 Facebook: SacTunMx

 Instagram: sac_tun_mx



SITIO
WEB



FOTOGRAFÍAS CORTESÍA DE: SAC-TUN, AMIGOS DE SIAN KA' AN, COBI, ECOSUR, IBANQROO, PRONATURA, SEMA, SEQ.
ALGUNAS DE LAS FOTOS DE PAISAJES PRESENTADAS EN ESTE DOCUMENTO FUERON RECABADAS DE SHUTTERSTOCK*