Informe final* del Proyecto QQ004
Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la reserva de la biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas*

Responsable:	M. en C. Julia Carabias Lillo
Institución:	Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C.
Fecha de inicio:	13 de diciembre de 2019
Fecha de término:	12 de junio de 2025
Principales resultados:	Informe final, Hojas de cálculo, Bases de datos, Otros
Forma de citar el informe final y otros resultados:**	Natura y Ecosistemas Mexicanos. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la reserva de la biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Calidad del Agua in situ
Gómez, H., L. Hernández y C. Ramírez-Martínez. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_Calidad del agua in situ SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Contaminantes identificados.
Gómez, H. y L. Hernández. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_Contaminantes identificados SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Fisicoquímicos obtenidos en laboratorio
Gómez, H. y L. Hernández. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Fisicoquímicos obtenidos en laboratorio SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Aspectos biológicos de peces loricáridos
Ramírez-Martínez, C. y C.Y. García. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Aspectos biológicos de peces loricáridos. SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Materiales didácticos y de difusión Responsables: Alejandra López Valenzuela, Natura y Ecosistemas Mexicanos José Sobrino Mar, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Resumen:

El presente proyecto se lleva a cabo en la región de la Selva Lacandona, Chiapas, uno de los sitios con mayor biodiversidad en México y donde al mismo tiempo la población indígena y campesina que la habita presenta un alto grado de pobreza y marginación. Natura y Ecosistemas Mexicanos ha venido desarrollando un modelo de conservación de las áreas naturales protegidas (ANP) y manejo de los recursos naturales en los fragmentos de selva de Marqués de Comillas, con importantes logros en la región.

En la Selva Lacandona se ubica el más extenso macizo de la selva tropical más húmeda del país gracias a la existencia de siete áreas naturales protegidas que mantiene la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que genera. La Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) es la de mayor superficie e importancia ecológica con 331,200 hectáreas.

Originalmente los ecosistemas naturales de la Selva Lacandona ocupaban una extensión de 1.8 millones de hectáreas, superficie que se ha reducido a menos de una cuarta parte en las últimas cuatro décadas debido a las actividades agropecuarias, a los asentamientos humanos irregulares, a los incendios forestales y a la caza y tala ilegal. No obstante, esta severa transformación, las ANP de la Selva Lacandona, que sólo representan el 0.9% del territorio nacional, aún conservan la quinta parte de la diversidad biológica de México. En ellas se encuentra el

30% de las especies de mamíferos, el 50% de las aves y el 50% de las mariposas diurnas del país; muchas de estas especies se encuentran en peligro de extinción como la guacamaya roja, el águila arpía, el jaguar, el tapir, los monos araña y saraguato y el cocodrilo de pantano.
Este proyecto coadyuva con la conservación de tan importante área, en estrecha coordinación con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) y la Comunidad Lacandona, particularmente contribuyendo con acciones de vigilancia y prevención de ilícitos y de monitoreo de las ANP.
Las acciones de coordinación y operación del programa se realizan con el apoyo de las Estaciones Chajul y Tzendales ubicadas en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, que son operadas por Natura y Ecosistemas Mexicanos.
Colindando con las áreas naturales protegidas se encuentra la región de Marqués de Comillas, al sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. Esta región ha sufrido en las últimas tres décadas un agudo proceso de deforestación por las actividades agropecuarias que realiza la población de los ejidos constituidos a partir de 1977. Las tasas históricas de deforestación en el Marqués de Comillas han sido de las más altas del país, con un promedio de 3% anual hasta el año 2007. Las actividades productivas agropecuarias son muy poco rentables en esta región. Esta baja rentabilidad propicia el cambio de las parcelas agrícolas a potreros, los cuales, por su mal manejo, también son muy poco rentables. En todas estas actividades se utiliza permanentemente el fuego que genera gases efecto invernadero y provoca incendios forestales. La baja rentabilidad se compensa abriendo más terreno para la agricultura y ganadería, y con ello se repite el ciclo de cambio de uso de suelo, de selva a agricultura, y posteriormente a ganadería.
De esta manera, además de la pérdida de ecosistemas naturales, su biodiversidad y sus servicios ambientales, y de la pérdida del potencial productivo que ofrece la selva, la población local no ha logrado condiciones de vida satisfactorias. Sin embargo, existen aún importantes ecosistemas naturales que deben preservarse para lograr la conectividad biológica de estos fragmentos con las ANP de la Selva Lacandona, y otras áreas estratégicas que deben ser restauradas, por lo que es urgente cambiar las tendencias de deterioro y actuar sobre los factores de presión para orientar el desarrollo local hacia el rumbo de la sustentabilidad.

- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
- ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.



Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas

CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Informe final

SNIB-CONABIO, Proyecto No. QQ004

Natura y Ecosistemas Mexicanos

2025

Natura Mexicana

Natura y Ecosistemas Mexicanos. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la reserva de la biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. ***Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. QQ004****. Ciudad de México.*

Natura y Ecosistemas Mexicanos

Julia Carabias Lillo

Responsable técnica del proyecto

Rosaura Cadena González

Coordinadora del proyecto

Contenido

Informe final

OBJETIVO 1. Evaluar el estado de conservación de los ecosistemas naturales, acuáticos y terrestres, mediante el monitoreo de la calidad del agua y de especies de fauna indicadoras, tanto en las Áreas Naturales Protegidas como en las zonas de influencia

Responsables:
Paulina Arroyo Gerala, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Carlos Ramírez Martínez, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León

Colaboradores:
Fernando Álvarez, Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Juan Manuel Caspeta, Laboratorio de Parasitología de Animales Silvestres, Facultad de Ciencias Biológicas y Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Norman Mercado Silva, Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Edna Naranjo García, Colección Nacional de Moluscos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
José Luis Villalobos, Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

OBJETIVO 2. Coadyuvar con las autoridades estatales y federales en la conservación de las Áreas Naturales Protegidas de la Selva Lacandona y fortalecer las capacidades de la comunidad Lacanjá Chansayab en acciones de vigilancia comunitaria para la detección de ilícitos ambientales e incendios forestales

Responsables:
Elisa Castro Tovar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Allan Joav López Moreno, Natura y Ecosistemas Mexicanos

OBJETIVO 3. Conservar y manejar de manera sustentable fragmentos estratégicos de selva de los ejidos de Marqués de Comillas y restaurar terrenos que conecten dichos fragmentos para mantener y fomentar la conectividad del paisaje

Responsables:
Elisa Castro Tovar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Roberto Ortiz Martínez y Flores, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Fiorella Ortiz Rosas, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Leonora Torres Knoop, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Violeta Valadez Rocha, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Carlos Alejandro Velázquez Morales, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Colaborador:
Santiago Izquierdo Tort, Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México

OBJETIVO 4. Fortalecer las capacidades de la población local para la conservación de los ecosistemas naturales, el manejo sustentable y la restauración ambiental, así como sensibilizar a la población sobre la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos

Responsables:
Alejandra López Valenzuela, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Roberto Ortiz Martínez y Flores, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Fiorella Ortiz Rosas, Natura y Ecosistemas Mexicanos
José Sobrino Mar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Violeta Valadez Rocha, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Colaboradores:
Ángel Esteban Campos Tovar, estudiante de biología, servicio social, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
Saraí Rodríguez Hernández, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro
Víctor Daniel Rodríguez Rosas, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro
Valeria Lilian Rodríguez Zavala, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro

Bases de datos

Mamíferos
Arroyo Gerala, P. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Bases de datos_Mamíferos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Helmintos
Caspeta, J.M. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. **Bases de datos_Helmintos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Peces
Mercado, N. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. **Bases de datos_Peces SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004. Ciudad de México.**

Crustáceos
Villalobos, J.L. y F. Álvarez. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. **Bases de datos_Crustáceos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Moluscos
Naranjo-García, E. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. **Bases de datos_Crustáceos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Hojas de cálculo

Calidad del Agua in situ
Gómez, H., L. Hernández y C. Ramírez-Martínez. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_Calidad del agua in situ SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Contaminantes identificados.
Gómez, H. y L. Hernández. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_Contaminantes identificados SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Fisicoquímicos obtenidos en laboratorio
Gómez, H. y L. Hernández. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Fisicoquímicos obtenidos en laboratorio SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Aspectos biológicos de peces loricáridos
Ramírez-Martínez, C. y C.Y. García. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Aspectos biológicos de peces loricáridos. SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Materiales didácticos y de difusión

Responsables:

Alejandra López Valenzuela, Natura y Ecosistemas Mexicanos
José Sobrino Mar, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Objetivo 1.
Evaluar el estado de conservación de los ecosistemas naturales, acuáticos y terrestres, mediante el monitoreo de la calidad del agua y de especies de fauna indicadoras, tanto en las áreas naturales protegidas como en las zonas de influencia

Responsables:
Paulina Arroyo Gerala, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Carlos Ramírez Martínez, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León

Colaboradores:
Fernando Álvarez, Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Juan Manuel Caspeta, Laboratorio de Parasitología de Animales Silvestres, Facultad de Ciencias Biológicas y Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Norman Mercado Silva, Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Edna Naranjo García, Colección Nacional de Moluscos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
José Luis Villalobos, Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

a) Introducción

Ante los constantes cambios que viven los ecosistemas naturales hoy en día, la conservación de la biodiversidad se ha vuelto una prioridad para enfrentar los retos que afrontamos como humanidad en el futuro. Por lo anterior, el estudio de la estructura y función de los ecosistemas, tanto sus procesos naturales, como los factores antrópicos que los alteran, son pieza clave para elegir la dirección de las acciones que se requieren implementar. El estudio a largo plazo de los ecosistemas y su monitoreo nos permite medir características ambientales a lo largo del tiempo para determinar el estado o la tendencia de aspectos de la calidad de los ecosistemas (COE, 2004).

Tanto los ecosistemas terrestres como los acuáticos en los bosques tropicales han sufrido una constante presión causada por las actividades del ser humano. El cambio de uso de suelo, la cacería y pesca insostenible, la contaminación, la introducción de especies exóticas y el cambio climático son algunos de las causas que amenazan la biodiversidad y la integridad de estos ecosistemas naturales (Morris, 2010). El estudio de la fauna y de contaminantes de manera sistemática brinda información del estado en el que se encuentran los ecosistemas, permite identificar amenazas para actuar de manera temprana, evaluar la efectividad de estrategias de conservación implementadas y realizar mejoras en estas actividades mediante el manejo adaptativo (Nichols & Williams, 2006).

Los mamíferos son un grupo taxonómico que contribuye a mantener la estructura y funcionamiento de los bosques tropicales mediante funciones ecológicas como son: la depredación, la herbivoría y la dispersión y depredación de semillas (Ahumada *et al.*, 2011; J. Terborgh, 1992; J. W. Terborgh, 2015), y su pérdida puede llevar a efectos en cascada que afectan la diversidad y estructura de este ecosistema (Dirzo & Miranda, 1991; Galetti & Dirzo, 2013).

A escala global, las poblaciones de mamíferos están disminuyendo de manera drástica por la cacería y la fragmentación y destrucción de su hábitat. Esto afecta principalmente a los mamíferos de talla mediana y grande por su baja fecundidad, ámbitos hogareños grandes, bajas tasas de crecimiento y bajas densidades poblacionales, por lo cual las especies con estas características son altamente vulnerables a la extinción (Cardillo *et al.*, 2005; Ceballos *et al.*, 2005; Galetti & Dirzo, 2013). El monitoreo de este grupo brinda información sobre diferentes procesos que ocurren en el ecosistema como las interacciones entre especies, el uso diferenciado del hábitat y la respuesta de sus poblaciones a amenazas ante diferentes escenarios de actividades humanas (Geldmann *et al.*, 2013; Oberosler *et al.*, 2017).

La Selva Lacandona es uno de los sitios con mayor riqueza de mamíferos en México. Con 116 especies, representa el 25% del total de mamíferos presentes en el país (Medellín, 1994; Towns *et al.*, 2013). Este sitio es uno de los últimos refugios donde se pueden encontrar poblaciones viables de jaguar (*Panthera onca*), pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari) y* tapir *(Tapirella bairdii),* que además son importantes indicadores de la calidad de los ecosistemas por sus funciones ecológicas y requerimientos de hábitat. Por ello, este proyecto está enfocado al estudio del estado poblacional de estas especies por su importancia ecológica en el funcionamiento del ecosistema.

Por otro lado, el manejo no sustentable de los ecosistemas acuáticos continentales incrementa la vulnerabilidad de las poblaciones humanas que habitan en las zonas de ribera y que aprovechan los servicios ambientales que este tipo de ecosistemas ofrece (Nakanuku-Diggs & Hesselink, 2014). En los últimos años, se han realizado diversas acciones dirigidas a preservar los bosques y los océanos ubicados en las zonas tropicales (Allan & Flecker, 1993). Sin embargo, los ecosistemas acuáticos continentales en estas regiones no han recibido la misma atención a pesar de que están siendo afectados por las actividades humanas (Allan & Flecker, 1993; Karr, 1991; Mahanta *et al.*, 2014; Nakanuku-Diggs & Hesselink, 2014; Winemiller *et al.*, 1996).

En México, la pérdida y degradación de los ecosistemas acuáticos continentales en zonas tropicales, ha sido provocada por la construcción de grandes obras hidráulicas, la deforestación causada por la expansión de actividades agropecuarias, la desecación de los cuerpos de agua, la pérdida de la calidad del agua producto de las descargas de aguas residuales sin tratamiento y la introducción y propagación de especies exóticas invasoras (Contreras-Balderas, 1976; de la Vega Salazar, 2003; Mendoza *et al.*, 2007; Ramírez-Martínez & Mendoza., 2008; SEMARNAT, 2005). Debido al creciente deterioro que

presentan los ecosistemas acuáticos continentales, se han desarrollado métodos que permiten conocer con mayor precisión el grado de alteración producida por causas naturales y/o antropogénicas, como el estudio de grupos biológicos que son bioindicadores, la determinación de la calidad fisicoquímica del agua, y la identificación y control de especies acuáticas invasoras.

Por lo anterior, durante este proyecto se realizó el estudio de los parámetros antes mencionados con el fin de determinar el grado de deterioro que presenta la estructura y funcionamiento del río Lacantún y sus tributarios, ubicados al sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), la reserva de mayor tamaño en la Selva Lacandona. La información que se obtuvo mediante este proyecto se integró a la recabada en estudios previos llevados a cabo desde 2010, con el fin de realizar un análisis de largo plazo aumentando el valor y alcance de este proyecto.

b) Antecedentes

El sur de la RBMA es uno de los sitios tropicales mayormente estudiados en México debido su alta biodiversidad y a sus condiciones de conservación, pues muchas veces es un referente para realizar comparaciones con sitios degradados (Arroyo Gerala, 2018; Dirzo & Miranda, 1991; Garmendia *et al.*, 2013). El estudio de la mastofauna en la región ha generado gran cantidad de información en las últimas décadas que ha contribuido al conocimiento de su ecología en los bosques tropicales

En 1994, Medellín realizó el primer inventario mastofaunístico para la región en el cuál registró 112 especies. Conforme se han incrementado los estudios de la fauna en la región hoy se cuenta con un inventario de 116 especies (Towns *et al.*, 2013). Aquí se realizaron algunos de los primeros estudios con fototrampeo en México los cuales han permitido conocer la riqueza y diversidad de especies (Azuara, 2005) y que a través de los años han contribuido para conocer el estado de las poblaciones de especies como el jaguar (de la Torre & Medellín, 2011), el ocelote (de la Torre *et al.*, 2016) y el pecarí de labios blancos (Thornton *et al.*, 2020) por mencionar algunos.

Desde 2013, Natura y Ecosistemas Mexicanos realiza el monitoreo de especies indicadoras de la calidad del hábitat con el fin de conocer el estado en el que se encuentran sus poblaciones. La primera etapa de este monitoreo estuvo enfocada al sur de la RBMA, en donde se sabe que hay pocas amenazas directas a los mamíferos dentro de esta Área Natural Protegida (Towns *et al.*, 2015). Posteriormente, este monitoreo creció y se extendió a nuevos sitios el Monumento Natural Yaxchilán (MNY), el Área de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin (APFFCK) y el municipio Marqués de Comillas (MC).

Entre los resultados más importantes de este monitoreo, se determinó que la RBMA y el MNY tienen mayor abundancia de mamíferos de talla grande, mientras que en el APFFCK tuvo una baja abundancia de mamíferos de talla grande y una alta abundancia de roedores, posiblemente por una alta presión de cacería. En MC se obtuvo una alta diversidad funcional y baja abundancia de mamíferos de talla grande. Los herbívoros y carnívoros fueron los grupos más afectados por las actividades humanas (Arroyo Gerala, 2018), que son las especies que se evalúan en este proyecto.

Los ambientes acuáticos en esta región se han estudiado de manera sistemática por el grupo de investigación que presenta el actual estudio. Desde 2008 se han realizado más de 50 colectas de los cuatro grupos biológicos utilizados como bioindicadores, y un igual número de tomas de muestras de agua y sedimento, así como la identificación de especies acuáticas e invasoras en el río Lacantún y sus tributarios, localizados en la porción sur de la RBMA.

En este proyecto han participado investigadores, técnicos y estudiantes de licenciatura y posgrado de siete instituciones nacionales de educación superior e investigación, llevando a cabo la colecta, procesamiento e identificación taxonómica de todos los grupos biológicos estudiados, el procesamiento de muestras de agua y sedimento en el laboratorio y la

identificación de especies invasoras, lo que ha permitido determinar el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos, así como la realización de 12 tesis de licenciatura y posgrado, 24 publicaciones científicas, 8 nuevas especies descritas para la ciencia y 14 presentaciones en eventos científicos especializados a nivel nacional e internacional.

c) Resumen de logros

Se realizó el monitoreo de mamíferos terrestres en la RBMA y su zona de influencia en MC, utilizando cámaras-trampa durante 3 años consecutivos. Este monitoreo permitió obtener información de mamíferos terrestres de talla mediana y grande en dos sitios con diferentes instrumentos de conservación. Como resultado se obtuvieron 17,205 registros de mastofauna de los cuales 7,290 fueron registros independientes (considerado como un registro de la especie en la unidad de muestreo en un periodo de 24 horas), con un esfuerzo de muestreo de 24,065 días-trampa. Se lograron registrar 27 especies, incluyendo especies consideradas raras para la región. La información obtenida ayudó a determinar el estado poblacional del jaguar, tapir y pecarí de labios blancos, especies en peligro de extinción, determinar su uso de hábitat y detectar potenciales amenazas.

Con el monitoreo de ecosistemas acuáticos en el río Lacantún y sus principales tributarios se estudiaron diferentes aspectos que brindan información sobre el estado de conservación de estos ecosistemas: fauna bioindicadora, contaminantes fisicoquímicos y especies acuáticas invasoras. Durante el desarrollo de este proyecto se registraron 14,079 individuos/copias de cuatro grupos biológicos utilizados como bioindicadores: helmintos parásitos de peces (9,703), moluscos acuáticos (3,077), crustáceos (229) y peces (1,070).

En conjunto con los esfuerzos de muestreo que se tienen desde 2010 se han colectado en total 65,474 individuos:

1) 23,235 helmintos parásitos de peces de 103 especies pertenecientes a 69 géneros y 36 familias, incluyendo representantes de los phyla Nematoda (38%), Platyhelminthes (60%) y Acanthocephala (2%).
2) 9,495 moluscos acuáticos de 48 especies, 45 nativas y tres no nativas, pertenecientes a 21 géneros y 10 familias; además de varias especies identificadas hasta género, que muy probablemente se traten de nuevas especies.
3) 616 crustáceos de 6 especies pertenecientes a 4 géneros de 3 familias.
4) 33,450 peces pertenecientes a 71 especies, de las cuales 59 son nativas, dos no identificadas y 10 especies no nativas, de 52 géneros y 24 familias. Como resultado del análisis de esta información se sabe que los ecosistemas acuáticos se encuentran en buen estado de conservación. En esta porción del territorio habita más de 14% de las 510 especies de peces de agua dulce que han sido registradas hasta el momento en México.

Once de los ríos y arroyos estudiados se encuentran en la categoría de buena calidad ambiental, tres con calidad ambiental regular y no existieron registros en la categoría de pobre calidad ambiental.

Con respecto a la evaluación de la calidad de agua *in situ* se realizaron 14 sesiones de monitoreo de 8 parámetros en 14 estaciones de monitoreo localizadas en el río Lacantún y sus tributarios. Se procesaron 112 muestras por sesión de monitoreo, 1,568 en total. Los valores registrados se agregaron a los datos compilados desde 2008 con el fin de realizar un análisis de largo plazo.

Los parámetros evaluados (temperatura de la columna de agua, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto) presentaron valores que no ponen en riesgo las formas de vida que habitan los ecosistemas acuáticos. Los valores promedio de pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos registrados, mostraron un comportamiento cíclico asociado a las temporadas de lluvias y estiaje. Se registró un aumento lento pero constante de la temperatura del agua, durante los últimos 10 años, principalmente en los sitios localizados fuera de la reserva. Los valores de oxígeno disuelto registrados favorecen el desarrollo de la vida acuática y las concentraciones promedio de amonio, fósforo, nitratos, nitritos, cloruros y sulfatos no ponen en riesgo la vida acuática.

Con los parámetros evaluados se obtuvo un Índice de Calidad del Agua (ICA) de buena a excelente. Aunque anteriormente se detectó la presencia de Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP), desde 2021 no se ha registrado su presencia. Se registró la presencia de DDT y DDE, cuyo uso está prohibido en México, lo cual se puede atribuir al arrastre de sedimentos que se encuentran en los fondos de ríos y arroyos. Las avenidas extraordinarias de agua provocadas por fenómenos naturales en los años 2010 y 2020 provocaron un registro atípico de DDT y DDE en los ecosistemas acuáticos dentro de la RBMA en donde no existen fuentes que los generen, por lo que su registro se debe a la remoción de grandes volúmenes de sedimentos con estos contaminantes de los fondos de ríos y arroyos.

Las concentraciones de pesticidas organoclorados y organofosforados han aumentado muy probablemente debido a el uso de estos agroquímicos en MC. Las concentraciones de permetrina en donde se registró su presencia fueron bajas y en ningún caso representaron un riesgo para la vida acuática. No se registró la presencia de metales pesados en los ecosistemas estudiados. El mayor riesgo que presentaron los ecosistemas acuáticos fue la presencia de contaminantes, aunque en todos los casos su presencia fue en forma temporal.

Con respecto a las especies exóticas, en el período de 2008 a 2019 se colectaron e identificaron 14 especies: 2 de helmintos parásitos, 3 de moluscos acuáticos y 9 de peces. De este último grupo, 3 especies pertenecen a la familia Loricariidae, las cuales son una amenaza para la fauna acuática nativa. Durante el periodo 2020-2021 se realizó el registro de 48 colonias de peces de la familia Loricariidae. Dicha información sirvió para la elaboración de 18 mapas de distribución de las colonias de anidación de este grupo, a distintas escalas. El

monitoreo de las colonias de anidación de loricáridos mostró que la velocidad de crecimiento de las poblaciones de este tipo de peces ha sido menor a la observada en otras regiones del país gracias al buen estado de conservación de los ambientes acuáticos de la región.

Los registros de biometría y determinación del estado de desarrollo gonadal de 270 peces loricáridos colectados permitieron determinar su ciclo reproductivo en la zona de estudio. Los parámetros morfométricos fueron utilizados para identificarlos taxonómicamente y fue corroborado con el análisis de ADN. Solo dos especies de la familia Loricariidae: *Pterygoplichthys disjunctivus* y *Pterygoplichthys pardalis,* se han logrado establecer y propagar en estos ecosistemas.

Se diseñaron tres técnicas para controlar el crecimiento de las poblaciones de peces loricáridos:

1) el bloqueo del acceso a las madrigueras durante la temporada de estiaje lo cual afecta el cuidado parental de los huevos, dificultando su fertilización y haciéndolos más vulnerables a la depredación

2) el retiro de hembras grávidas, huevos y crías de las madrigueras con el objetivo de romper el ciclo reproductivo y evitar la incorporación de nuevos individuos a la población

3) la captura de adultos durante la fase de cuidado parental en las colonias de anidación utilizando puyas de acero. Como resultado se inhabilitaron 602 madrigueras evitando la incorporación de aproximadamente 500,000 individuos; se retiraron 58 hembras grávidas, evitando la ovoposición de aproximadamente 50,000 huevos; y se capturaron 25 individuos adultos en la fase de cuidado parental a la entrada de madrigueras, evitando la incorporación de las crías a la población. Participaron 73 habitantes de las comunidades de MC en las actividades de control de crecimiento de las poblaciones de peces loricáridos los cuales fueron capacitados en 3 talleres.

d) Obstáculos del proyecto

Debido a diferentes condiciones sociales no se pudo continuar con el monitoreo de mamíferos terrestres en el Área de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin y el Monumento Natural Yaxchilán. Por otro lado, el robo y falla del equipo causó la pérdida de información en varias de las unidades de muestreo a lo largo del desarrollo de este proyecto.

Las restricciones de movilidad social impuestas por la pandemia de la COVID-19, evitaron que un mayor número de habitantes de las comunidades apoyaran las acciones llevadas a cabo para controlar el crecimiento de las poblaciones de peces loricáridos que habitan en el río Lacantún y sus tributarios, utilizando los métodos que fueron diseñados para tal fin, limitando el alcance que tuvieron dichas acciones.

e) Desarrollo de actividades

Para alcanzar el objetivo de "Evaluar el estado de conservación de los ecosistemas naturales acuáticos y terrestres, mediante el monitoreo de la calidad del agua y de especies de fauna indicadoras, tanto en las áreas naturales protegidas como en las zonas de influencia" se llevaron a cabo cinco grandes acciones con sus respectivas actividades. Las acciones del presente objetivo son:

- 1.1 Monitoreo de especies de mamíferos indicadoras del estado de conservación de los ecosistemas terrestres.

- 1.2 Monitoreo de especies acuáticas indicadoras del estado de conservación de los ecosistemas acuáticos.

- 1.3 Identificar y monitorear contaminantes en ambientes acuáticos naturales del río Lacantún y sus tributarios.

- 1.4 Monitoreo del crecimiento de las poblaciones de especies acuáticas invasoras de alto impacto en el río Lacantún y sus tributarios y definir medidas de control.

- 1.5 Integración y análisis de la información de ecosistemas acuáticos para la evaluación de su estado de conservación.

Acción 1.1 Monitoreo de especies de mamíferos indicadoras del estado de conservación de los ecosistemas terrestres

I. Instalación de 60 estaciones de foto-trampeo en la RBMA, el MNY, el APFFCK y en fragmentos de selva en el municipio Marqués de Comillas.
II. Sistematización de la información obtenida durante el monitoreo en una base de datos
III. Registro fotográfico de las fototrampas (4,000 fotografías).
IV. Análisis de la información a través de modelos de ocupación.

Indicador de progreso comprometido: 100%; Indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Instalación de 60 estaciones de foto-trampeo en la RBMA, el MNY, el APFFCK y en fragmentos de selva en el municipio Marqués de Comillas

Se realizó el monitoreo de la mastofauna en la Selva Lacandona utilizando cámaras-trampa. Las cámaras-trampa son una herramienta eficaz para monitorear especies de manera sistemática. Además de detectar especies crípticas y nocturnas que son difíciles de detectar con otras técnicas como la búsqueda de rastros o conteos visuales, permite contar con un mayor número de registros y tener su identidad taxonómica verificable (Silveira *et al.*, 2003; Tobler *et al.*, 2008).

El monitoreo inició en diciembre del 2019 mediante la instalación y revisión de estaciones de fototrampeo que han estado activas desde 2015. Cada estación de fototrampeo se colocó con una distancia de separación de 800 metros a 2 km entre cada una de ellas. Al inicio del proyecto se monitorearon cuatro sitios de estudio: la RBMA, el MNY, el APFFCK y la selva conservada mediante diferentes instrumentos de conservación en el municipio MC (Figura 1).

Lamentablemente debido a diversas cuestiones sociales no se pudo continuar con el monitoreo en el MNY y el APFFCK. Primero por la pandemia ocasionada por el virus Sars-Cov2 se cerraron los accesos a la comunidad Frontera Corozal, después se despidieron a los vigilantes comunitarios de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) con los que se llevaba trabajando desde 2015 y, por último, por acuerdo de asamblea la comunidad de Frontera Corozal decidió que no se continuara con el monitoreo de especies en ambas áreas naturales protegidas (ANP). A pesar de múltiples intentos de continuar el monitoreo en estos dos sitios, por cuestiones sociopolíticas la comunidad de Frontera Corozal cerró la entrada también a la CONANP, dejando en completo abandono la vigilancia en las ANP mencionadas anteriormente. Por ello, para el desarrollo de este proyecto se concentró el monitoreo en la RBMA y en el municipio MC (Figura 2).

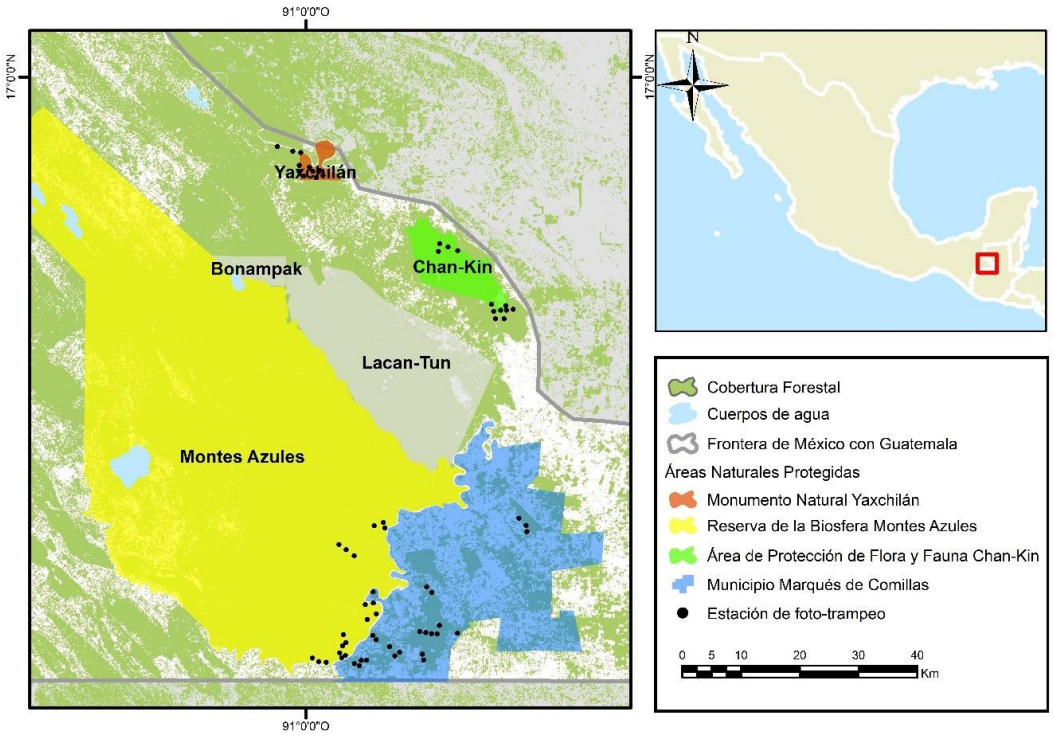


Fig. 1 Ubicación de las estaciones de fototrampeo al inicio del proyecto.

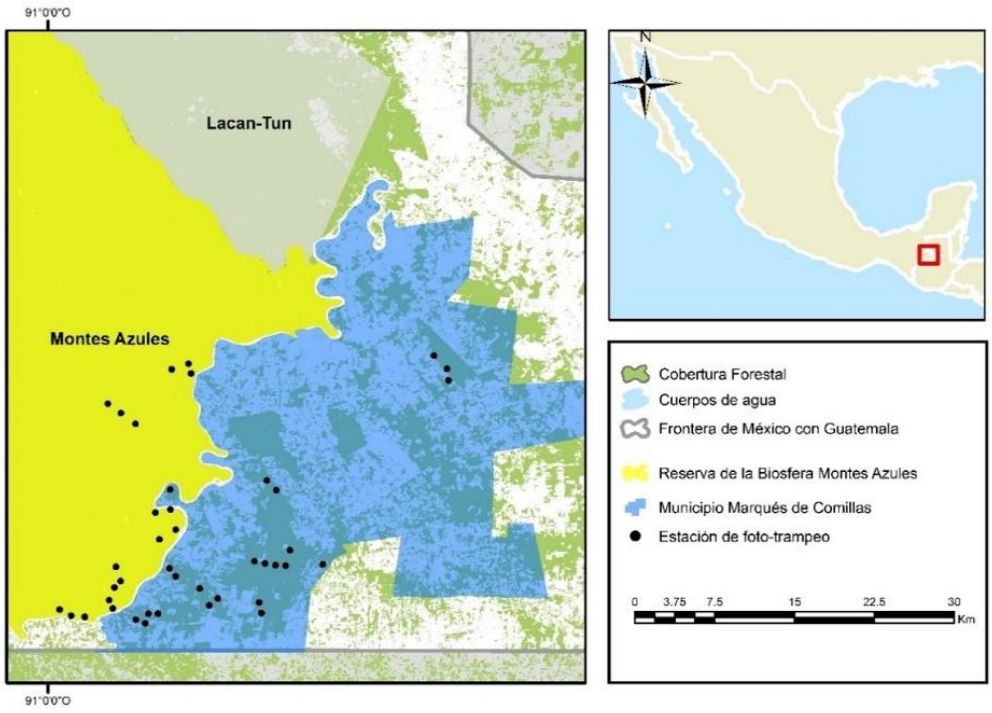


Fig. 2 Ubicación de las estaciones de fototrampeo activas en la RBMA y MC.

Para la colecta de datos en MC se contó con el apoyo de monitores comunitarios de los ejidos El Pirú, Adolfo López Mateos, Playón de la Gloria, Galacia, La Corona, Boca de Chajul, Flor del Marqués y Santa Rita, mientras que el personal de las estaciones Chajul y Tzendales apoyó en la colecta de datos en la RBMA (Figura 3). Las cámaras permanecieron activas durante el desarrollo de este proyecto a excepción de las que presentaron alguna falla por inundación o humedad, las que fueron robadas o las que se tuvieron que retirar debido a que se deforestó la parcela donde estaban colocadas y tuvieron que ser reubicadas. Durante el desarrollo del proyecto se robaron 11 cámaras-trampa, 37 presentaron alguna falla debido a las condiciones de humedad de la región y 3 cámaras se tuvieron que retirar y reubicar por la deforestación de la parcela. En promedio permanecieron activas 40 estaciones de fototrampeo en la RBMA y en MC, que se revisaron cada 2 o 3 meses para colectar la información y cambiar las baterías.



Fig. 3 Monitores comunitarios realizando la revisión del equipo de fototrampeo en el municipio MC.

II. Sistematización de la información obtenida durante el monitoreo en una base de datos

Todos los registros obtenidos por las cámaras-trampa se sistematizaron en una base de datos con los datos de colecta de cada evento. En cada evento fotográfico o video capturado se identificó la especie, fecha y hora de actividad, sitio de colecta y si se trataba de un evento dependiente o independiente. Se consideró como evento independiente a solo un registro de la especie capturada en la estación de foto-trampeo en un intervalo de 24 horas, asumiendo que los registros repetidos de la especie durante este periodo y en esa estación de foto-trampeo se tratan del mismo individuo (Sanderson, 2004). Para la sistematización de la información en una base de datos se utiliza el programa Camera Base (http://www.atrium-biodiversity.org/tools/camerabase/), el cual permite ordenar la información y extraer los metadatos de los eventos fotográficos y de video. La información compilada se encuentra sistematizada en una base de datos (Anexo 1.1). Asimismo, los registros obtenidos asociados a la base de datos se entregan en un disco duro (Tabla 1).

Tabla 1. Número de carpetas y registros ligados a la base de datos

Carpeta	Número de subcarpetas	Número de registros
Diciembre-enero 2020	19	779
Enero-abril 2020	23	1,106
Abril-junio 2020	27	1,303
Junio-septiembre 2020	32	1,580
Septiembre-diciembre 2020	12	625
Diciembre-febrero 2021	21	1,196
Febrero-mayo 2021	27	2,512
Julio-agosto 2021	34	1,931
Noviembre-diciembre 2021	22	1,009
Diciembre-febrero 2022	24	1,751
Febrero-mayo 2022	15	440
Julio-agosto 2022	20	1,438
Agosto-octubre 2022	13	1,535
TOTAL		17, 205

III. Registro fotográfico de las foto-trampas (4,000 fotografías)

En el desarrollo de este proyecto se obtuvieron 17,205 registros de cámaras trampa de los cuales 7,290 fueron registros independientes con un esfuerzo de muestreo de 24,065 días-trampa. Se registraron 27 especies de mamíferos terrestres de talla mediana y grande. Las especies más comunes fueron el venado temazate (*Mazama temama*), el tepezcuintle (*Cuniculus paca*) y el sereque (*Dasyprocta punctata*) y las menos comunes fueron la nutria (*Lontra longicaudis*) que tiene hábitos acuáticos, el cacomixtle neotropical (*Bassariscus astutus*), el armadillo cola desnuda (*Cabassous centralis*) y el grisón (*Galictis vittata*), especies consideradas raras en la región (Medellín, 1994) y el coyote, especie no nativa de este tipo de ecosistemas (Tabla 2).

Tabla 2 Especies registradas mediante el desarrollo de este proyecto.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros independientes
Artiodactyla	Cervidae	*Mazama temama*	Temazate	1,030
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	34
Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	516
Artiodactyla	Tayassuidae	*Tayassu pecari*	Pecarí de labios blancos	113
Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	Jaguar	55
Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagoaroundi*	Jaguarundi	46
Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	575
Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	Puma	310
Carnivora	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	60
Carnivora	Mustelidae	*Eira barbara*	Viejo de monte	90
Carnivora	Mustelidae	*Lontra longicaudis*	Nutria	1
Carnivora	Mustelidae	*Galictis vittata*	Grisón	2
Carnivora	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo	137
Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	332
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	7
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoarganteus*	Zorra gris	15
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	54
Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle neotropical	1
Cingulata	Chlamyphoridae	*Cabassous centralis*	Armadillo cola desnuda	6
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	531
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis sp.*	Tlacuache	351
Didelphimorphia	Didelphidae	*Philander opossum*	Tlacuache cuatro ojos	190
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo	198
Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirella bairdii*	Tapir	577
Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Tamandúa	43
Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle	1,009
Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque	1,008
			Total	7,290

En la Figura 4 se muestran algunos registros de especies obtenidos mediante el fototrampeo.



Fig. 4 Registros de jaguar (*Panthera onca*), pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) y puma (*Puma concolor*) obtenidos en la RBMA y de tapir (*Tapirella bairdii*), venado temazate (*Mazama temama*) y pecarí de collar (*Pecari tajacu*) obtenidos en el municipio MC.

IV. Análisis de la información a través de modelos de ocupación

Metodología

Se utilizó una curva de acumulación de especies con el fin de determinar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para capturar el mayor número de especies en los cuatro sitios

monitoreados. La curva se compone en función de la relación entre el esfuerzo de muestreo por unidad de tiempo (días-trampa) y el número de especies encontrado (Tobler *et al.*, 2008).
Se determinó la abundancia relativa utilizando índice de abundancia relativa (IAR) o frecuencia de captura. Este índice permite realizar comparaciones entre sitios, a través del tiempo y grupos animales con hábitos similares por medio de una estandarización del número de registros con el esfuerzo de muestreo (Azuara, 2005; Chávez *et al.*, 2013). Dicho índice se calcula multiplicando el número de registros o eventos independientes de cada especie dividido por el esfuerzo de muestreo y multiplicado por 1000 días-trampa.

Se utilizaron modelos de ocupación como una medida indirecta de abundancia. Se eligieron estos modelos porque incorporan la detectabilidad de las especies. Se utilizó el modelo de una especie, una temporada ("Single-Species, Single-Season Model") propuesto por MacKenzie et al (2017). Este modelo permite analizar la ocupación de las especies de un sitio en función de covariables, e incorpora la detección imperfecta de las especies (MacKenzie *et al.*, 2017). Para construir los modelos se realizaron matrices con el historial de captura del jaguar, el tapir y el pecarí de labios blancos. Se colapsaron las matrices a periodos de muestreo de un mes con el fin de tener independencia en los eventos y aumentar la probabilidad de detección de las especies. Se utilizaron covariables que pueden influir en la probabilidad de ocupación (ψ) y covariables que pueden influir en la probabilidad de detección de las especies (p) (Tabla 3).

Se realizó una comparación en la ocupación entre los sitios estudiados utilizando los sitios (RBMA y MC) como covariable de ocupación. Asimismo, se extrajeron covariables del paisaje de capas ráster y se analizaron en el programa ArcMap. Previo a la construcción de los modelos se realizó un análisis de correlación de Spearman con las covariables y se evitó construir modelos con las variables que tuvieron una correlación alta ($r<7$).

Se utilizó el paquete de R "Unmarked" para realizar este análisis (Fiske *et al.*, 2015) . Se compararon los modelos utilizando el Criterio de Información de Akaike corregido para muestras pequeñas (AICc por sus siglas en inglés) para seleccionar los modelos con mejor bondad de ajuste (Burnham & Anderson, 2002). Se determinó el promedio de los modelos que presentaron un delta AICc menor a 2 para eliminar la incertidumbre de la selección de un solo modelo utilizando el paquete de R "MuMIn" (Bartoń, 2019).

Tabla 3. Covariables utilizadas para construir los modelos de ocupación.

Tipo de covariable	Covariable	Descripción	Unidad
ψ	Cobertura forestal (Cob)	Porcentaje de cobertura forestal en un área buffer de 1 km^2alrededor de la unidad de muestreo	%
ψ	Distancia al borde de vegetación (Bor)	Distancia euclidiana al borde deforestado	m

ψ	Distancia a cuerpos de agua (Rio)	Distancia euclidiana a cuerpos de agua	m
ψ	Elevación (Ele)	Altitud con respecto al nivel medio del mar	m.s.n.m.
ψ	Distancia a carreteras (Car)	Distancia euclidiana a carreteras y caminos	m
ψ	Índice de rugosidad de terreno (Rug)	Variación o irregularidad en la elevación de la unidad de terreno	(0-1)
ψ	Densidad de asentamientos humanos (Pob)	Densidad de asentamientos humanos en un área de amortiguamiento de 10 km^2	(0-1)
ψ	Sitio	RBMA, MC	Variable categórica
p	Sendero (Send)	Colocación de la estación de fototrampeo dentro o fuera de un sendero	Presencia, Ausencia
p	Esfuerzo de muestreo (Esf)	Días de actividad de la estación de fototrampeo	(1-30)

Resultados

En total se registraron 27 especies de mamíferos de talla mediana y grande en los sitios estudiados. En el primer año del desarrollo de este proyecto se registraron 14 especies en el APFFCK y 16 en el MNY, como se mencionó anteriormente, en estos sitios no fue posible continuar con el monitoreo, por lo que el esfuerzo de muestreo es menor. Debido a ello no se tomó en cuenta esta información al hacer las comparaciones a lo largo del tiempo y entre los sitios (Figura 5).

Por otro lado, en los 3 años en los que estuvieron activas las estaciones de fototrampeo se observó una riqueza de 26 especies en la RBMA, siendo el grisón (*G. vittata*) la única especie no registrada en este sitio. Aquí las especies más comunes fueron el tapir (*Tapirella bairdii*), el temazate (*M. temama*) y el ocelote (*Leopardus pardalis*), todas ellas especies de talla grande y, en el caso del tapir y el ocelote, especies que se encuentran en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En MC la riqueza fue de 25 especies. Las especies que no se registraron aquí fueron el cacomixtle neotropical (*B. astutus*) y la nutria (*L. longicaudis*). Cabe destacar que los registros de ambas especies son los primeros obtenidos por medio de fototrampeo gracias a los esfuerzos de monitoreo que realiza Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C desde 2010. En MC las especies con mayor frecuencia de captura fueron el sereque (*D. punctata*), el tepezcuintle (*C. paca*) y el venado temazate (*M. temama*).

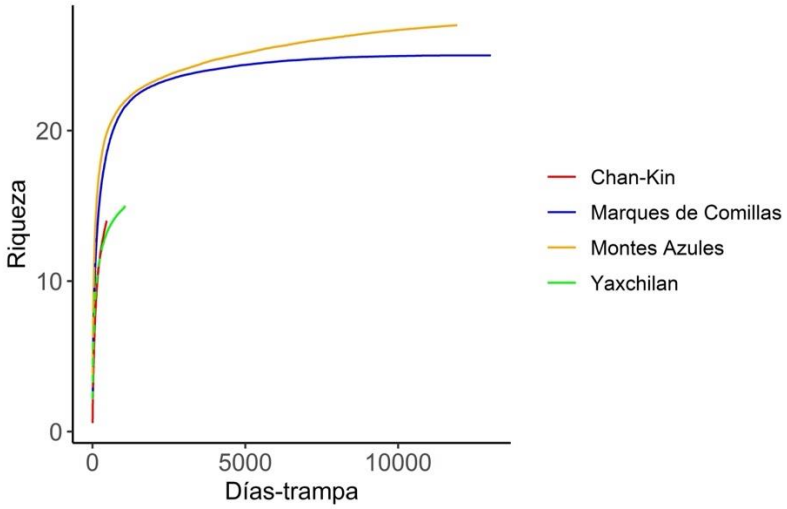


Fig. 5 Curva de acumulación de especies de los 4 sitios que se monitorearon

Tabla 4. Índice de abundancia relativa de las especies registradas durante el desarrollo de este proyecto.

Especie	2020				2021		2022	
	APFFCK	**MNY**	**RBMA**	**MC**	**RBMA**	**MC**	**RBMA**	**MC**
Tapirella bairdii	0	10.25	39.84	2.75	48.14	4.35	56.35	1.64
Mazama temama	12.77	83.88	47.62	45.66	33.89	43.68	29.75	23.01
Odocoileus virginianus	0	0	0.93	3.78	0.27	1.86	1.40	1.64
Pecari tajacu	23.4	25.16	19.3	24.03	16.41	24.84	11.90	27.53
Tayassu pecari	0	0	10.27	2.4	6.72	2.48	4.90	0.82
Panthera onca	2.13	0.93	4.98	0.69	5.65	1.66	1.75	0.41
Puma yagoaroundi	2.13	0	2.49	1.37	1.88	1.03	2.45	2.05
Leopardus pardalis	0	4.66	34.86	10.99	43.3	16.35	31.15	8.22
Puma concolor	2.13	18.64	14.63	1.37	25.28	5.17	24.85	0.41
Leopardus wiedii	0	2.8	2.18	3.43	3.77	2.69	2.10	1.23
Eira barbara	4.26	2.8	2.8	2.75	3.23	6	4.20	0.0
Lontra longicaudis	0	0	0	0	0.27	0	0	0
Galictis vittata	0	0	0	0	0	0.41	0	0
Conepatus semistriatus	0	2.8	2.18	6.87	4.84	10.97	2.10	3.70
Nasua narica	12.77	9.32	9.96	16.13	8.88	13.66	0	0
Procyon lotor	0	0	0.93	3.09	1.61	3.73	8.75	19.31

Bassariscus sumichrasti	0	0	0	0	0	0	1.05	0
Canis latrans	0	0	0	0	0	0.21	0.35	0.41
Urocyon cinereoargenteus	0	0	0.31	0.34	0.27	0.21	0	2.47
Tamandua mexicana	2.13	0	1.56	3.43	1.61	2.48	1.05	6.16
Cabassous centralis	0	0	0	0.69	0.54	0.21	0	0
Dasypus novemcinctus	17.02	23.3	2.49	26.78	6.99	33.95	5.25	36.15
Didelphis sp	14.89	11.18	13.69	15.79	12.37	19.66	16.80	8.22
Philander opossum	8.51	0	3.73	6.52	5.92	5.38	13.30	14.38
Sylvilagus floridanus	6.38	0.93	20.23	1.37	20.44	2.69	7.35	0
Cuniculus paca	6.38	28.89	33.92	48.4	39	47.82	21.35	45.60
Dasyprocta punctata	44.68	85.74	20.23	31.58	21.52	46.16	29.75	68.20
APFFCK = Área de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin; MNY = Monumento Natural Yaxchilán; RBMA=Reserva de la Biosfera Montes Azules; MC= municipio Marqués de Comillas								

Se realizó la comparación de la probabilidad de ocupación del jaguar, tapir y pecarí de labios blancos utilizando como covariable el sitio de estudio en los 3 años del proyecto. Las tendencias muestran mayor probabilidad de ocupación de las 3 especies en la RBMA, sin embargo, solo se observaron diferencias entre la RBMA y el MC para el tapir durante el 2020 y el 2021, dado que los modelos con esta covariable para esta especie tuvieron mayor bondad de ajuste (Tablas 5 y 6 y Figura 6).

Tabla 5. Selección de modelos de ocupación con la covariable de Sitio: df es el número de parámetros estimables; AICc es el Criterio de Información de Akaike corregido para muestras pequeñas; delta la diferencia entre los modelos; wi es el peso de los modelos.

Especie	**Modelo**	**df**	**logLik**	**AICc**	**delta**	**wi**
2020						
Panthera onca	**p(Send)psi(.)**	**3**	**-60.591**	**127.9**	**0**	**0.274**
	p(.)psi(.)	**2**	**-62.12**	**128.6**	**0.68**	**0.195**
	p(Send)psi(Sitio)	**4**	**-59.865**	**129**	**1.07**	**0.16**
	p(.)psi(Sitio)	**3**	**-61.311**	**129.3**	**1.44**	**0.133**
	p(Esf+Send)psi(.)	4	-60.501	130.3	2.34	0.085
	p(Esf)psi(.)	3	-62.008	130.7	2.83	0.066
	p(Esf+Send)psi(Sitio)	5	-59.783	131.5	3.59	0.045
	p(Esf)psi(Sitio)	4	-61.217	131.7	3.77	0.041
Tapirella bairdii	**p(Esf+Send)psi(Sitio)**	**5**	**-85.519**	**183**	**0**	**0.498**

	p(Send)psi(Sitio)	**4**	**-87.32**	**183.9**	**0.92**	**0.315**
	p(Esf+Send)psi(.)	4	-88.936	187.1	4.15	0.063
	p(Esf)psi(Sitio)	4	-88.962	187.2	4.2	0.061
	p(Send)psi(.)	3	-90.702	188.1	5.16	0.038
	p(.)psi(Sitio)	3	-91.496	189.7	6.75	0.017
	p(Esf)psi(.)	3	-92.446	191.6	8.64	0.007
	p(.)psi(.)	2	-94.926	194.2	11.23	0.002
Tayassu pecari	**p(Esf+Send)psi(.)**	**4**	**-29.6**	**68.5**	**0**	**0.241**
	p(Send)psi(.)	**3**	**-30.965**	**68.7**	**0.21**	**0.217**
	p(Esf)psi(.)	**3**	**-31.199**	**69.1**	**0.67**	**0.172**
	p(.)psi(.)	**2**	**-32.542**	**69.4**	**0.99**	**0.147**
	p(Esf+Send)psi(Sitio)	5	-29.564	71.1	2.61	0.065
	p(Send)psi(Sitio)	4	-30.938	71.1	2.68	0.063
	p(Esf)psi(Sitio)	4	-31.193	71.6	3.19	0.049
	p(.)psi(Sitio)	3	-32.538	71.8	3.35	0.045
2021						
Panthera onca	**p(Send)psi(Sitio)**	**4**	**-33.793**	**76.9**	**0**	**0.71**
	p(Send+Esf)psi(Sitio)	5	-33.498	79	2.12	0.246
	p(Send)psi(.)	3	-38.14	83	6.15	0.033
	p(Send+Esf)psi(.)	4	-37.893	85.1	8.2	0.012
	p(.)psi(Sitio)	3	-45.213	97.2	20.3	0
	p(Esf)psi(Sitio)	4	-44.571	98.4	21.56	0
	p(.)psi(.)	2	-47.81	100	23.11	0
	p(Esf)psi(.)	3	-47.317	101.4	24.51	0
Tapirella bairdii	**p(Esf)psi(Sitio)**	**4**	**-88.596**	**186.5**	**0**	**0.785**
	p(Send+Esf)psi(Sitio)	5	-88.595	189.2	2.71	0.203
	p(.)psi(Sitio)	3	-94.333	195.4	8.93	0.009
	p(Send)psi(Sitio)	4	-94.173	197.6	11.15	0.003
	p(Esf)psi(.)	3	-96.954	200.7	14.18	0.001
	p(Send+Esf)psi(.)	4	-96.95	203.2	16.71	0
	p(.)psi(.)	2	-102.395	209.2	22.67	0
	p(Send)psi(.)	3	-102.281	211.3	24.83	0
Tayassu pecari	**p(Send)psi(.)**	**3**	**-50.849**	**108.4**	**0**	**0.35**
	p(Send)psi(Sitio)	**4**	**-49.936**	**109.2**	**0.71**	**0.245**
	p(Send+Esf)psi(.)	4	-50.653	110.6	2.15	0.12
	p(.)psi(.)	2	-53.382	111.1	2.68	0.092
	p(Send+Esf)psi(Sitio)	5	-49.683	111.4	2.92	0.081

	p(.)psi(Sitio)	3	-52.537	111.8	3.38	0.065
	p(Esf)psi(.)	3	-53.354	113.5	5.01	0.029
	p(Esf)psi(Sitio)	4	-52.487	114.3	5.82	0.019
2022						
Panthera onca	**p(.)psi(.)**	**2**	**-20.047**	**44.5**	**0**	**0.492**
	p(Esf)psi(.)	**3**	**-19.293**	**45.4**	**0.92**	**0.311**
	p(Send)psi(.)	4	-19.467	48.4	3.87	0.071
	p(.)psi(Sitio)	4	-19.741	48.9	4.42	0.054
	p(Esf+Send)psi(.)	5	-18.735	49.7	5.2	0.037
	p(Esf)psi(Sitio)	5	-19.002	50.2	5.73	0.028
	p(Send)psi(Sitio)	6	-19.3	53.8	9.34	0.005
	p(Esf+Send)psi(Sitio)	7	-18.573	55.6	11.13	0.002
Tapirella bairdii	**p(.)psi(Sitio)**	**4**	**-90.01**	**189.4**	**0**	**0.599**
	p(Esf)psi(Sitio)	**5**	**-89.159**	**190.5**	**1.09**	**0.347**
	p(Send)psi(Sitio)	6	-90.01	195.3	5.8	0.033
	p(Esf+Send)psi(Sitio)	7	-89.159	196.8	7.35	0.015
	p(.)psi(.)	2	-97.808	200	10.57	0.003
	p(Esf)psi(.)	3	-96.8	200.4	10.98	0.002
	p(Send)psi(.)	4	-96.825	203.1	13.63	0.001
	p(Esf+Send)psi(.)	5	-95.815	203.9	14.4	0
Tayassu pecari	**p(.)psi(Sitio)**	**4**	**-36.913**	**83.3**	**0**	**0.524**
	p(.)psi(.)	2	-40.622	85.6	2.39	0.159
	p(Esf)psi(Sitio)	5	-36.771	85.8	2.51	0.149
	p(Esf)psi(.)	3	-40.44	87.7	4.45	0.057
	p(Send)psi(Sitio)	6	-36.339	87.9	4.65	0.051
	p(Send)psi(.)	4	-39.561	88.5	5.29	0.037
	p(Esf+Send)psi(Sitio)	7	-36.147	90.8	7.52	0.012
	p(Esf+Send)psi(.)	5	-39.357	90.9	7.68	0.011

Tabla 6. Promedio de los modelos de ocupación con valor de delta<2, el coeficiente β (valor del estimador se encuentra sin transformar **(enlace logit)**).

Especie	Covariable	β	Error estándar	Valor-z	Pr(>|z|)
2020					
Panthera onca	Send	0.61	0.70	0.87	0.39
	Sitio	0.43	0.79	0.54	0.59
Tapirella bairdii	**Sitio**	**-1.30**	**0.57**	**2.29**	**0.02**
	Esf	0.04	0.04	0.95	0.34
	Send	**-1.15**	**0.43**	**2.66**	**0.007**
Tayassu pecari	Esf	0.06	0.09	0.69	0.49
	Send	-5.49	25.91	0.21	0.83
2021					
Panthera onca	Send	11.6	52.1	0.21	0.82
	Sitio	11.7	73.47	0.15	0.87
Tapirella bairdii	Esf	0.07	0.02	3.18	0.001
	Sitio	**3.48**	**1.05**	**3.3**	**0.0009**
Tayassu pecari	Sitio	1.18	0.9	1.31	0.19
	Send	-1.68	0.77	-2.17	0.02
2022					
Panthera onca	Sitio	-2.35	14.22	0.165	0.869
	Send	-3.81	12.45	0.306	0.76
Tapirella bairdii	Sitio	-6.12	29.08	0.211	0.833
	Send	-0.56	1.00	0.558	0.577
	Esf	0.01	0.03	0.529	0.597
Tayassu pecari	Sitio	-4.47	23.82	0.188	0.851
	Send	-2.58	8.74	0.295	0.768
	Esf	0.01	0.03	0.225	0.822

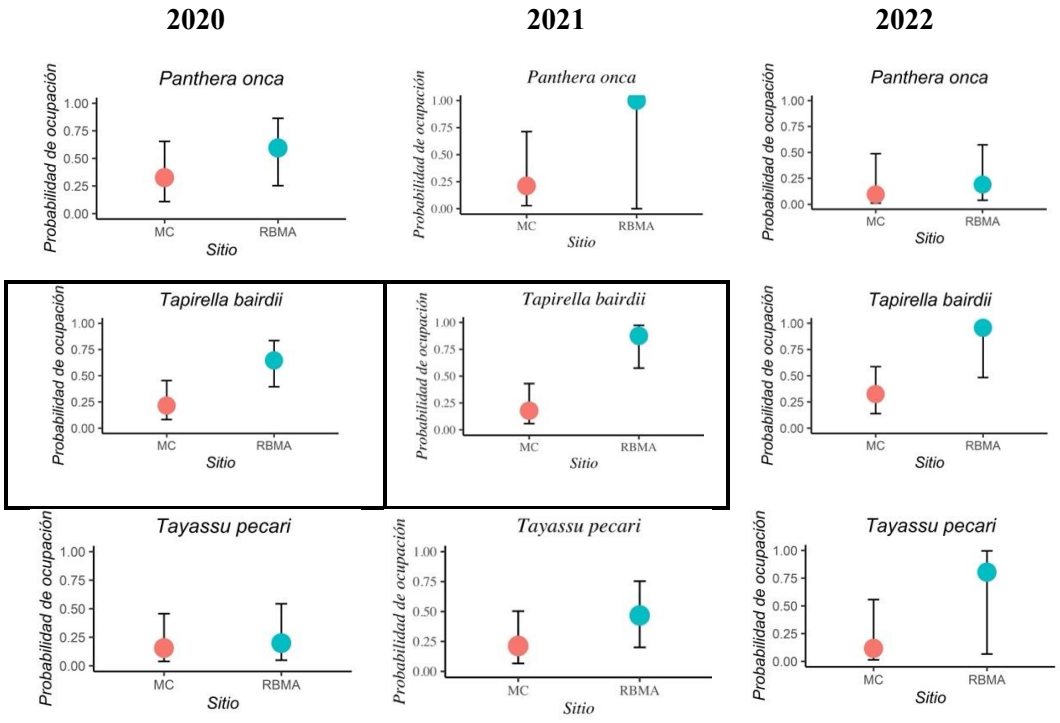


Fig. 6. Probabilidad de ocupación de las 3 especies evaluadas en los diferentes sitios de estudio durante los 3 años de este proyecto. Los cuadros marcados son el resultado de los modelos en los cuales la covariable del sitio fue significativa.

Por otro lado, se calculó la probabilidad de ocupación y de detección de cada especie por año, utilizando el modelo nulo, es decir sin covariables. Como resultado se observó una tendencia positiva de la probabilidad de ocupación del tapir y pecarí de labios blancos, mientras que para el jaguar esta tendencia fue negativa. Asimismo, la probabilidad de detección para el jaguar y el tapir tuvo pocos cambios mientras que para el pecarí disminuyó (Figura 7).

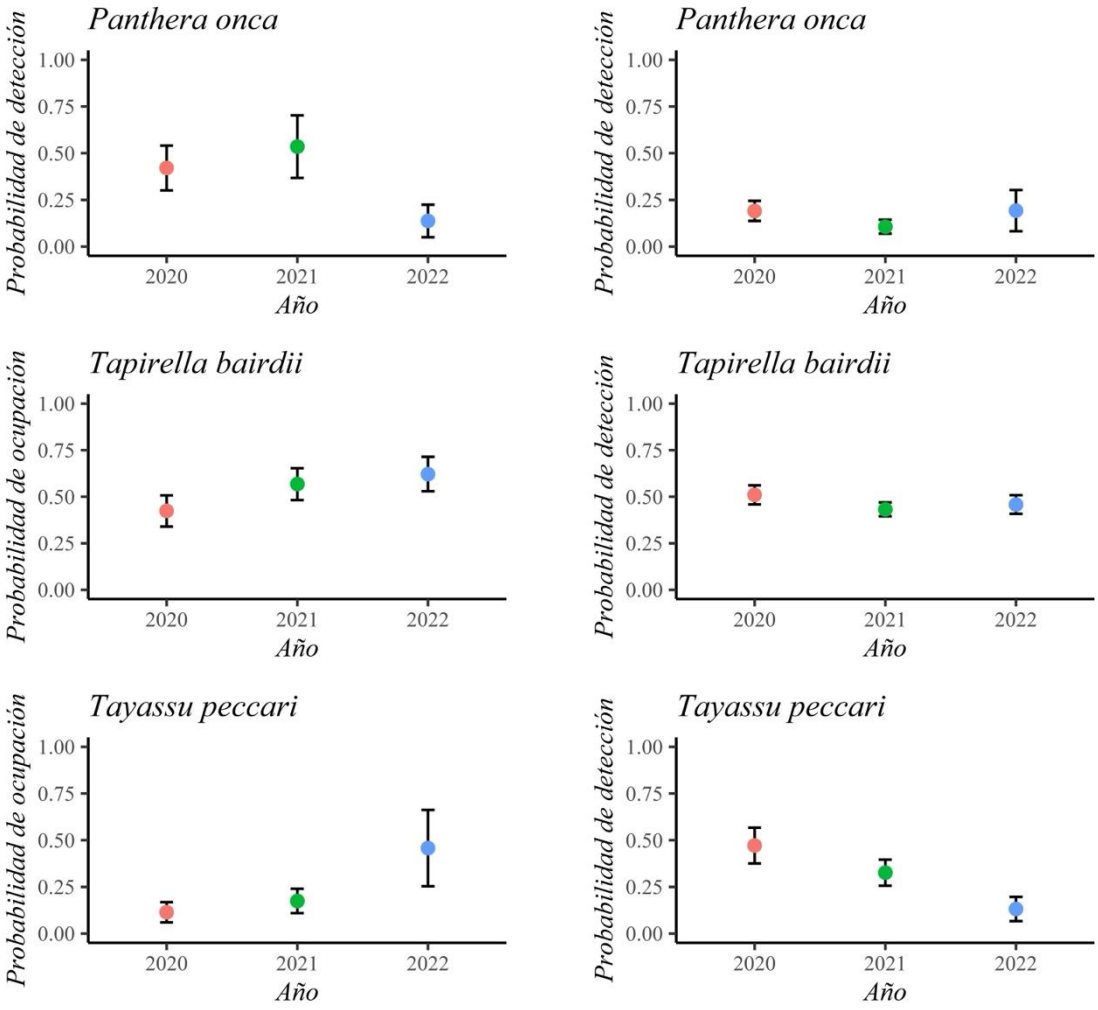


Fig. 7 Probabilidad de ocupación y probabilidad de detección del tapir, jaguar y pecarí de labios blancos a lo largo del tiempo

Con el fin de comprender si el uso de hábitat de las especies ha cambiado o si factores antropogénicos puedan estar afectando la ocupación de las especies, se realizó el análisis con covariables que afectan la probabilidad de detección y de ocupación en los tres años de monitoreo. Como resultado se observó que las variables relacionadas a la cobertura forestal (efecto positivo el porcentaje de cobertura forestal y efecto negativo la distancia al borde) son las que tienen un efecto en la ocupación del jaguar (Figura 8).

Para el tapir se observó de manera consistente que la distancia a los ríos tiene un efecto negativo en su ocupación (Figura 9). Por último, para el pecarí de labios blancos se observó que la densidad de poblados tiene un efecto negativo en su ocupación y el porcentaje de cobertura forestal tiene un efecto positivo. De igual manera se observó que para esta última

especie la elevación y la distancia a los ríos tienen un efecto negativo (Figura 10) (Tablas 7 y 8).

Tabla 7. Selección de modelos de ocupación con la covariables del paisaje (modelos con delta<2 y modelo nulo). df es el número de parámetros estimables; AICc es el Criterio de Información de Akaike corregido para muestras pequeñas; delta la diferencia entre los modelos; wi es el peso de los modelos.

2020					
Especie	**Modelo**	**df**	**AICc**	**delta**	**wi**
Panthera onca	p(Esf+Send)ψ (.)	4	126.55	0	0.41
	p(Esf+Send)ψ(Bor)	5	127.48	0.93	0.26
	p(Esf+Send)ψ(Ele)	5	128.33	1.78	0.17
	p(Esf+Per+Send)ψ(.)	5	128.45	1.89	0.16
Tapirella bairdii	p(Send)ψ(Rio)	4	266.67	0	0.52
	p(Per)ψ(Rio)	4	266.87	0.2	0.48
Tayassu pecari	p(Esf+Per)ψ(Pob)	5	86.77	0	0.39
	p(Esf+Per)ψ(Ele+Pob)	6	87.18	0.41	0.32
	p(Esf+Per) ψ (.)	4	88.71	1.94	0.15
	p(Esf+Per)ψ(Pob+Rug)	6	88.72	1.95	0.15
2021					
Especie	**Modelos**	**df**	**AICc**	**delta**	**wi**
P. onca	p(.)ψ(Cob)	3	98.5	0	0.15
	p(Esf)ψ(Cob)	4	99.8	1.36	0.08
	p(.)ψ(Cob+Ele)	4	99.9	1.41	0.07
	p(.)ψ(.)	2	100	1.51	0.07
T. bairdii	p(Esf)ψ(Rio)	4	184.6	0	0.22
	p(Esf)ψ(Rio+Rug)	5	185.1	0.42	0.18
	p(.)ψ(.)	2	209.2	24.51	0
T. pecari	p(Send)ψ(Pob)	4	106.1	0	0.12
	p(Send)ψ(Cob+Ele)	5	107.3	1.2	0.07
	p(Send)ψ(Cob)	4	107.7	1.55	0.06
	p(Send)ψ(Ele)	4	107.7	1.57	0.05
	p(Send)ψ(Cob+Pob)	5	108	1.84	0.05
	p(Send)ψ(Ele+Pob)	5	108	1.93	0.05
	p(.)ψ(.)	2	111.1	5.01	0.01
2022					
P. onca	p(.)ψ(Bor)	3	39.2	0.00	0.241
	p(.)ψ(.)	2	44.5	5.30	0.017

	p(.)ψ(Bor+Rio)	4	195.2	0.00	0.148
	p(.)ψ(Rio)	3	196.2	0.99	0.090
	p(.)ψ(Bor+Pob+Rio)	5	196.5	1.30	0.077
T. bairdii	p(Esf)ψ(Rio)	4	196.6	1.38	0.074
	p(Esf)ψ(Bor+Rio)	5	196.6	1.45	0.072
	p(.)ψ(Bor+Rio+Rug)	5	196.9	1.74	0.062
	p(.)ψ(.)	2	200	4.82	0.013
	p(.) ψ(Bor)	3	79.6	0.00	0.198
T. pecari	p(.) ψ(Bor+Rio)	4	80.7	1.08	0.1
	p(.) ψ(.)	2	85.6	6.04	0.010

Tabla 8. Promedio de los modelos de ocupación con valor de delta<2, el coeficiente β (valor del estimador se encuentra sin transformar (enlace logit)).

Especie	Covariable	β	Error estándar	Valor-z	Pr(>|z|)
2020					
Panthera onca	p(Esf)	0.5	0.24	2.134	**0.0328***
	p(Send)	1.46	0.88	1.647	**0.0996.**
	ψ(Bor)	0.001	0.001	1.655	**0.098.**
	ψ(Ele)	-0.01	0.01	0.781	0.4347
	p(Per)	-0.93	1.29	0.725	0.4686
Tapirella bairdii	ψ(Rio)	-0.001	0.0004	2.432	**0.015***
	p(Send)	-0.82	0.35	2.326	**0.02***
	p(Per)	-0.86	0.35	2.468	**0.0136***
Tayassu pecari	ψ(Pob)	-54.49	31.23	1.745	**0.08101.**
	ψ(Ele)	-0.03	0.02	1.302	0.19309
	ψ(Rug)	-3.37	4.65	0.724	0.46916
	p(Esf)	0.62	0.34	1.836	**0.06641.**
	p(Per)	-2.56	0.98	2.618	**0.00884****
2021					
P. onca	psi(Cob)	0.08105	0.04908	1.651	**0.0986***
	p(Esf)	0.04393	0.04322	1.016	0.3094
	psi(Ele)	-0.01841	0.01803	1.021	0.3074
T. bairdii	psi(Rio)	-0.0021922	0.0005308	4.13	**3.63E-05**
	p(Esf)	0.0684806	0.0221297	3.095	**0.00197**
	psi(Rug)	-1.7911797	2.8676072	0.625	0.53222
T. pecari	psi(Pob)	-43.3901	28.49861	1.523	**0.1279***
	p(Send)	-1.55846	0.77232	2.018	**0.0436**
	psi(Cob)	0.065	0.04739	1.372	**0.1702***
	psi(Ele)	-0.02483	0.01804	1.376	**0.1688***

2022					
P. onca	psi(Cob)	21.926	21.658	1.012	0.311
	psi(Rio)	0.002	0.001	1.092	0.275
	psi(Rug)	8.777	8.894	0.987	0.324
	p(Esf)	0.177	0.194	0.912	0.362
T. bairdii	psi(Rio)	-0.0012159	0.0006926	1.755	**0.0792.**
	p(Esf)	0.0385532	0.030758	1.253	0.21
T. pecari	psi(Bor)	0.007	0.009	0.79	0.43
	psi(Rio)	-0.002	0.001	1.65	**0.099.**
Significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

a) b)

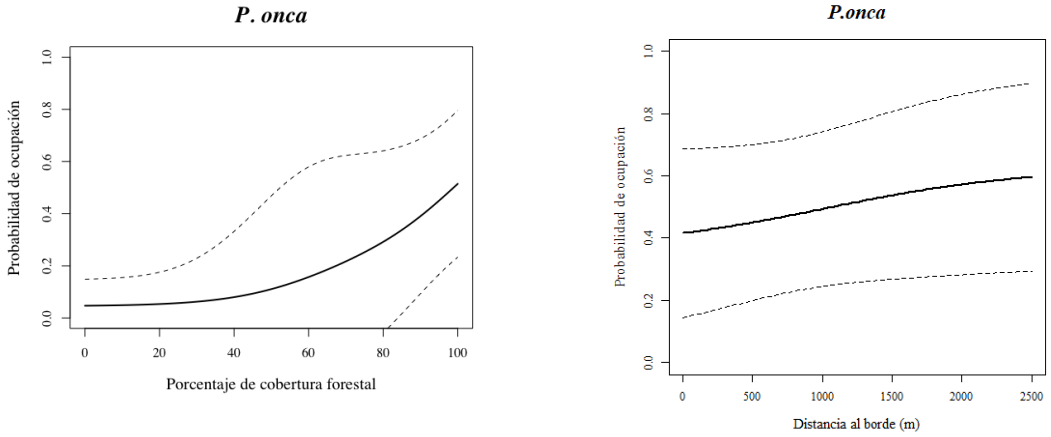
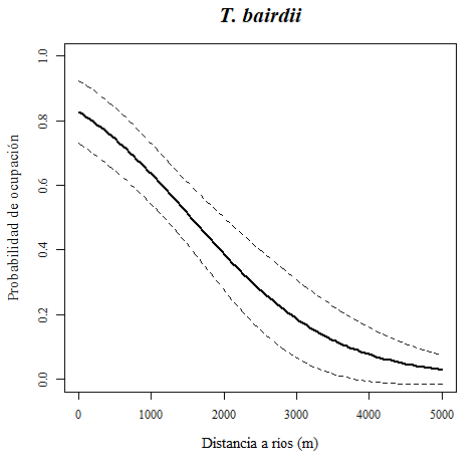
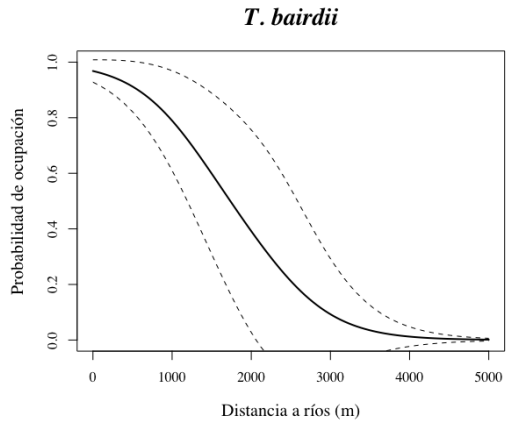


Fig. 8 Predicción de la probabilidad de ocupación del jaguar con respecto a a) Porcentaje de cobertura forestal en 2020 y b) Distancia al borde en 2021. En 2022 ninguna covariable fue significativa.

a)



b)



c)

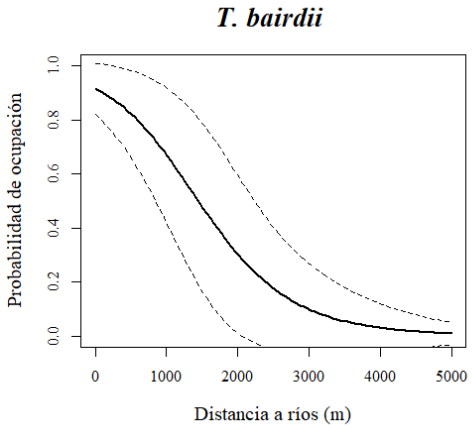
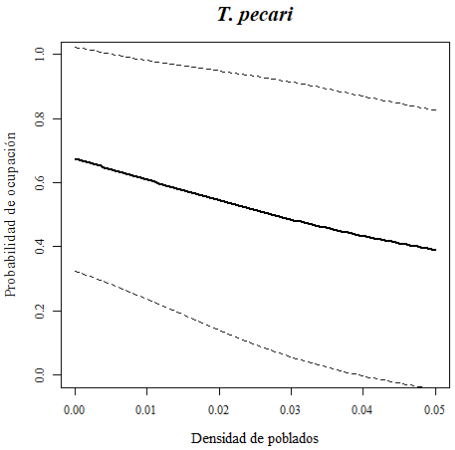
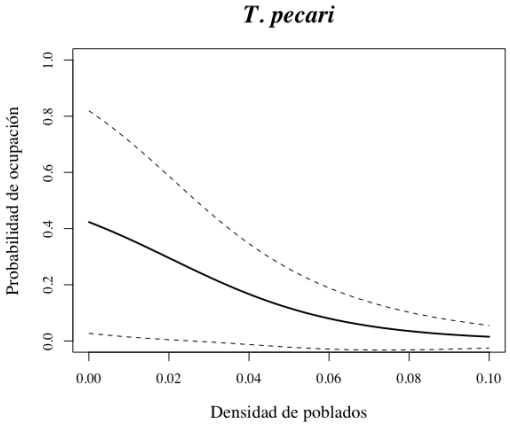


Fig. 9 Predicción de la probabilidad de ocupación del tapir con respecto a la distancia a ríos en a) 2020, b) 2021 y c) 2022.

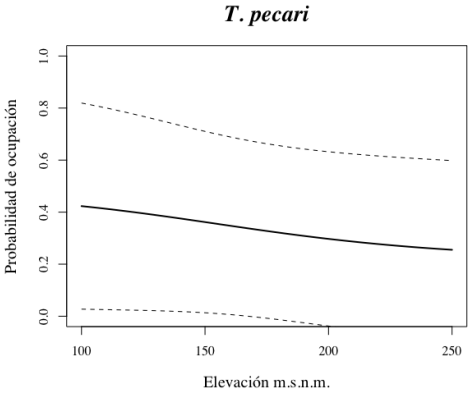
a)



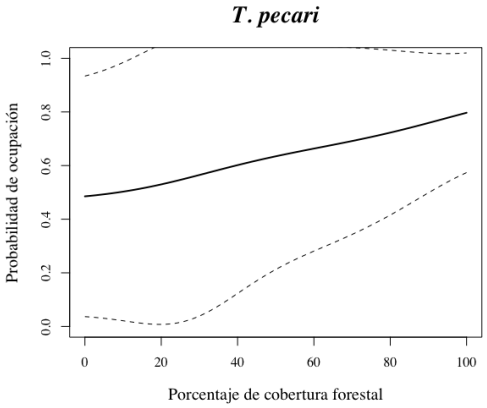
b)



c)



d)



e)

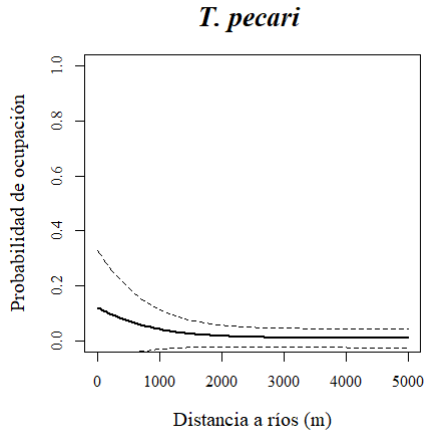


Fig. 10 Predicción de la probabilidad de ocupación del pecarí de labios blancos con respecto a a) y b) la densidad de poblados en 2020 y 2021 respectivamente, c) la elevación y d) el porcentaje de cobertura forestal en 2021 y e) la distancia a los ríos en 2022.

Discusión de resultados del monitoreo de especies de mamíferos indicadoras del estado de conservación de los ecosistemas terrestres

Se logró obtener el registro de todas las especies de mamíferos de talla mediana y grande conocidas y esperadas para la región gracias a este monitoreo (Medellín, 1994), incluyendo el registro del coyote, especie de ecosistemas templados que por su plasticidad está incrementando sus límites de distribución favorecida por la degradación de los bosques tropicales (Cove *et al.*, 2012). Existen varios registros recientes de esta especie en los bosques tropicales de Mesoamérica (Contreras-Moreno *et al.*, 2020; Hidalgo-Mihart *et al.*, 2013; Towns *et al.*, 2013), siendo el registro más sureño de la especie la región de Darién en Panamá (Méndez-Carvajal & Moreno, 2014). Las implicaciones ecológicas de su presencia en este nuevo nicho pueden ocasionar competencia con los depredadores nativos, así como cambios en las relaciones depredador-presa; sin embargo, dado que su presencia en estos sitios es relativamente reciente, esto ha sido poco explorado.

El sur de la RBMA continúa siendo un sitio en buen estado de conservación. La composición de especies en esta ANP muestra una alta frecuencia de captura de especies de talla grande como el tapir y el ocelote, ambas especies en peligro de extinción; mientras que las especies más frecuentes en MC son roedores: el tepezcuintle y el sereque y otras especies mucho más generalistas al hábitat.

Los resultados de este estudio muestran que el jaguar evita el borde de vegetación posiblemente debido a las actividades antropogénicas que se realizan en la matriz que rodea los fragmentos (de la Torre *et al.*, 2017b). Esta especie se ha reportado en estudios en la región que puede utilizar diferentes paisajes incluyendo espacios abiertos, pero hay una

preferencia sitios con bosque primario en buen estado de conservación (de la Torre *et al.*, 2017b), estos resultados coinciden con lo obtenido mediante este estudio donde el porcentaje de cobertura forestal es un factor importante en la ocupación de la especie.

La principal amenaza para el jaguar en la región es la cacería en represalia por el consumo de ganado. Aunque este efecto no fue evaluado en este estudio, puede ser una de las razones por las cuales ha disminuido la probabilidad de ocupación de la especie en el último año de este estudio. Al ser una especie con ámbito hogareño que va de entre los 100 y 400 km^2 (de la Torre *et al.*, 2017a), cuando cruzan de la reserva a los ejidos pueden estar potencialmente en peligro por esta amenaza y eso a su vez afecta a la población dentro del ANP. Como contraste, la ocupación de dos de sus presas más importantes, como son el tapir y el pecarí de labios blancos, tuvieron un aumento en su probabilidad de ocupación, lo cual puede estar relacionado a la baja ocupación del jaguar o la baja presión de cacería hacia estas especies en el último año.

En diversos estudios se ha reportado que la presencia de ríos y cuerpos de agua libres de contaminantes son un factor importante en la selección del hábitat del tapir (Foerster & Vaughan, 2002; Tejeda-Cruz *et al.*, 2009; Tobler, 2006). Además, requieren extensiones grandes de bosque ripario prístino, alejados de actividades humanas y evitan sitios con vegetación abierta (Tejeda-Cruz *et al.*, 2009; Tobler, 2006). En la parte sur de la RBMA hay una baja presencia de actividades humanas, cuerpos de agua permanentes, y una alta diversidad de plantas y árboles que proveen alimentación de buena calidad para esta especie (Naranjo, 2018). Un factor que puede estar ocasionando las diferencias en la abundancia con MC puede estar relacionado a la calidad en la que se encuentran los arroyos y ríos en este municipio resultado de las actividades agrícolas y ganaderas como es el uso de pesticidas y fertilizantes que están contaminando estos ambientes acuáticos.

El pecarí de labios blancos es un animal que requiere condiciones específicas en su hábitat, por lo cual, su presencia es un buen indicador del estado de conservación de un ecosistema. Otros estudios han reportado que esta especie habita en sitios con cobertura forestal mayor a 30,000 hectáreas y en buen estado de conservación (March, 1990; Sowls, 1997). Los resultados de este trabajo coinciden con esta información, pues el porcentaje de cobertura forestal tiene un efecto positivo en la ocupación de la especie. Asimismo, tanto la frecuencia de captura como la probabilidad de ocupación del pecarí de labios blancos fue mayor dentro de la RBMA, lo cual posiblemente esté relacionado a la superficie de cobertura forestal continua y a otros factores de uso de hábitat de la especie como por ejemplo la elevación y la cercanía a ríos. Estos dos factores pueden estar asociados a las características del bosque en estos sitios, ya que las planicies y áreas de selva inundable son preferenciales para el pecarí de labios blancos, pues cuentan con parches grandes de vegetación en las que abundan palmas de las que se alimenta la especie como son el corozo (*Attalea liebmanni*) y el chocho (*Bactris* sp.).

La presencia de grupos de pecarí de labios blancos en los fragmentos de bosque en MC también es un buen indicador de que se está conservando una extensión considerable de cobertura forestal en esta área. Otros autores han reportado que los pecaríes de labios blancos cruzan de la RBMA al MC (Naranjo & Bodmer, 2007). Posiblemente la pequeña población que se encuentra en el municipio se mueve de la reserva a MC por los corredores que están protegidos por los diferentes instrumentos de conservación, de ello, la importancia de mantener la conectividad del bosque para evitar que las poblaciones queden aisladas.

El pecarí de labios blancos es una especie muy sensible a la cacería y a las actividades humanas (Altrichter *et al.*, 2012; Thornton *et al.*, 2020). Como se muestra en este estudio, la densidad de poblados es un factor que afecta la ocupación de la especie y se pude asociar con la presión por cacería, pues es una de las especies preferidas por los cazadores furtivos. Otros estudios reportan mayor frecuencia de cacería cerca de asentamientos humanos en un intervalo de distancia de 10 km aproximadamente (Koerner *et al.*, 2017; Wright, 2003), lo cual puede estar afectando la abundancia de esta especie en nuestro sitio de estudio. Una ventaja que existe es que la RBMA se encuentra delimitada en su parte sur por el río Lacantún, lo cual limita el acceso a los cazadores que no cuentan con un medio de transporte para poder navegar en este río.

Los datos generados por este proyecto ayudaron a la generación de conocimiento de la mastofauna de la Selva Lacandona. Además, permitieron conocer el estado actual del ecosistema terrestre con cobertura forestal primaria y de las poblaciones de especies en peligro de extinción que son clave para mantener la integridad ecológica de este ecosistema tropical.

Acción 1.2 <u>Monitoreo de especies acuáticas indicadoras del estado de conservación de los ecosistemas acuáticos.</u>

I. Monitoreo de bioindicadores acuáticos (helmintos parásitos de peces, insectos acuáticos, crustáceos y peces).

II. Sistematización y análisis de resultados.

Indicador de progreso comprometido: 100%; Indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Monitoreo de bioindicadores acuáticos (helmintos parásitos de peces, insectos acuáticos, crustáceos y peces)

Debido al creciente deterioro que presentan los ecosistemas acuáticos continentales, se han desarrollado métodos que permiten conocer con mayor precisión el grado de alteración producido por causas naturales y antropogénicas. Los índices bióticos o protocolos rápidos de biovaloración han demostrado ser los mejores métodos para evaluar la calidad del ambiente de los sistemas lóticos (ríos y arroyos), aunque lo deseable es combinar la medición de la diversidad con el uso de bioindicadores (Davies, 2006). Estos índices emplean con frecuencia como nivel deseable de identificación taxonómica la familia y/o el género (excepto los índices sapróbicos que requieren del nivel de especie), por lo que exhiben un buen nivel costo-beneficio. Un bioindicador es eficaz en la medida que pueda diferenciar sitios poco o nada perturbados, de aquellos que presentan diversos grados de perturbación.

En el presente estudio se utilizaron cuatro grupos biológicos como bioindicadores: helmintos parásitos de peces, moluscos acuáticos, crustáceos y peces para determinar el grado de deterioro/conservación del río Lacantún y sus tributarios ubicados al sur de la RBMA.

El área de estudio se ubica en la porción media del río Lacantún, en la zona limítrofe sur de la RBMA, desde el sitio conocido como el Cañón del Colorado hasta el río Lacanjá, en donde se establecieron 14 estaciones de monitoreo (Tabla 9); ocho localizados dentro de la RBMA y seis en las comunidades López Mateos, Galacia, Playón de la Gloria y Boca de Chajul MC y Loma Bonita, Trece de Septiembre e Ixcán en el municipio de Maravillas Tenejapa, en el estado de Chiapas (Figura 11). En estas estaciones de muestreo además de realizar la colecta de bioindicadores acuáticos, se monitorearon contaminantes y el crecimiento de poblaciones de especies acuáticas invasoras (ver Acción 1.3 y 1.4)

Tabla 9. Localización geográfica de estaciones de monitoreo

Estación	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud
1	Cañón del Colorado	16.12163	-91.11141	175.32
2	Río Ixcán	16.09314	-91.09199	173.16
3	Arroyo Puerto Rico	16.07951	-91.02090	166.91
4	Arroyo San Pablo	16.10301	-91.01468	160.91
5	Río Chajul	16.09716	-90.95490	160.42
6	Río Lacantún (embarcadero estación Chajul)	16.11041	-90.93975	158.74
7	Arroyo José	16.11606	-90.94008	157.06
8	Arroyo Miranda	16.13809	-90.92199	152.73
9	Arroyo Lagarto	16.12604	-90.90988	149.37
10	Arroyo Danta	16.15138	-90.89664	146.00
11	Arroyo Manzanares	16.17085	-90.84375	138.31
12	Río Tzendales	16.29437	-90.88598	137.11
13	Río Lacanjá	16.40726	-90.78357	134.47
14	Humedal Lacanjá	16.41002	-90.78046	129.66

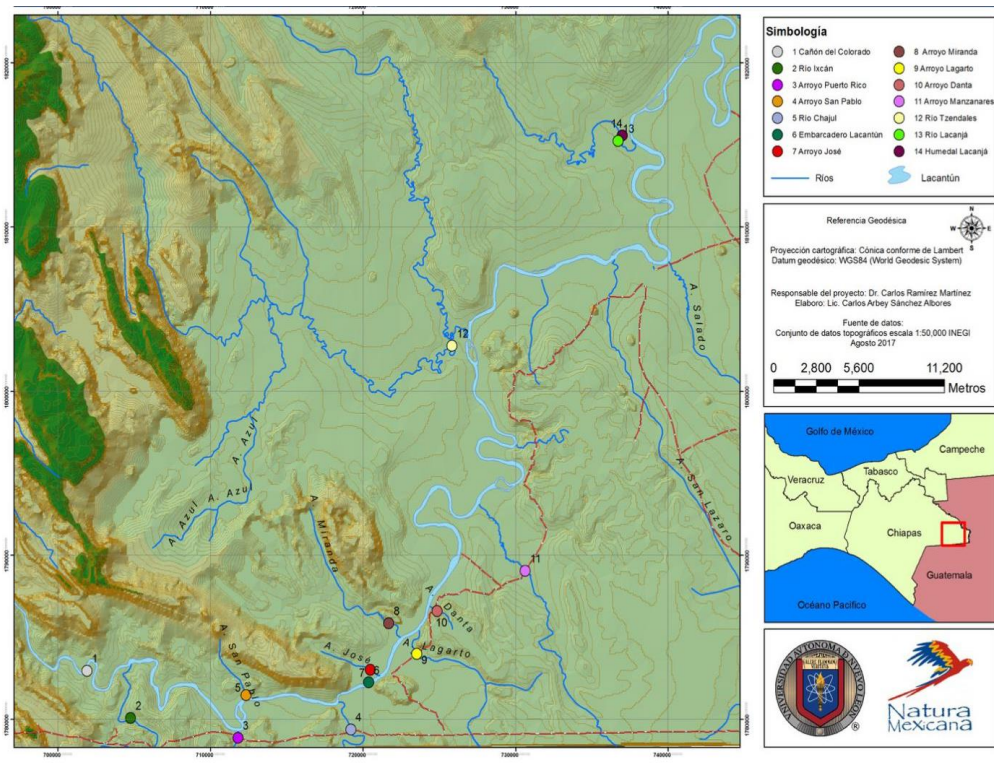


Fig. 11 Ubicación de estaciones de monitoreo en el río Lacantún y sus afluentes.

La colecta de bioindicadores se realizó en forma trimestral con el fin de contar con registros tanto del periodo de secas como de lluvias, debido a que durante estas temporadas las condiciones hidrológicas y productivas de los ambientes acuáticos pueden presentar cambios.

Durante el periodo correspondiente a este proyecto (2020-2022) se colectaron 14,079 individuos de cuatro grupos biológicos: helmintos parásitos de peces (9,703), moluscos acuáticos 3,077), crustáceos (229) y peces (1,070) (Figura 12).







Fig. 12 Colecta de individuos de distintos grupos biológicos utilizados como bioindicadores en distintas estaciones de monitoreo durante el periodo 2020-2022.

II. Sistematización y análisis de resultados.

Durante el período 2020-2022 se colectaron un total de 14,079 individuos/copias de bioindicadores de los siguientes grupos biológicos: 9,703 helmintos parásitos de peces, reportados a través de 60 registros (60 colectados) (Anexo 1.2); 3,077 moluscos acuáticos de 21 especies, pertenecientes a 17 géneros y 9 familias; además de varias especies identificadas hasta género, que son muy probablemente nuevas especies (Anexos 1.3 y 1.4); 229 crustáceos de 4 especies pertenecientes a 4 géneros y 3 familias, reportados a través de 41 registros (todos colectados) (Anexo 1.5); y finalmente 1,070 de peces, reportados a través de 176 registros (72 colectados, 74 observados y 30 reportados)(Anexo 1.6).

Los resultados obtenidos en las tres salidas de campo llevadas a cabo en este proyecto se agregaron a la base de resultados históricos obtenidos durante el periodo 2010-2019, con el fin de realizar un análisis a largo plazo sobre el estado de conservación y/o deterioro de los ecosistemas acuáticos estudiados. Como resultado, considerando el periodo 2010 a 2022, se colectaron en total 65,474 individuos de cuatro grupos biológicos utilizados como bioindicadores (Tabla 10).

Tabla 10. Número de individuos colectados durante el periodo 2010-2022.

Grupo	Individuos	Especies	Géneros	Familias
Helmintos parásitos de peces	23,235	103	69	36
Moluscos acuáticos	8,203	48	21	10
Crustáceos	616	6	4	3
Peces	33,420	71	52	24
Total	**65,474**	**228**	**146**	**73**

Helmintos Parásitos

Durante el periodo 2010-2022 se registraron un total de 23,235 individuos de helmintos parásitos de peces, de 103 especies pertenecientes a 69 géneros y 36 familias, incluyendo representantes de los phyla Nematoda (38%), Platyhelminthes (60%) y Acanthocephala (2%).

De acuerdo con el número total de especies identificadas por localidad, el río Tzendales presentó la mayor diversidad (53), seguido del arroyo Lagarto (52) y los arroyos Miranda y Puerto Rico (43); en contraste, las localidades con el menor número de especies identificadas fueron el humedal Lacanjá (29), el río Chajul y arroyo Danta (30) y el río Lacanjá (31) (Figura 13).

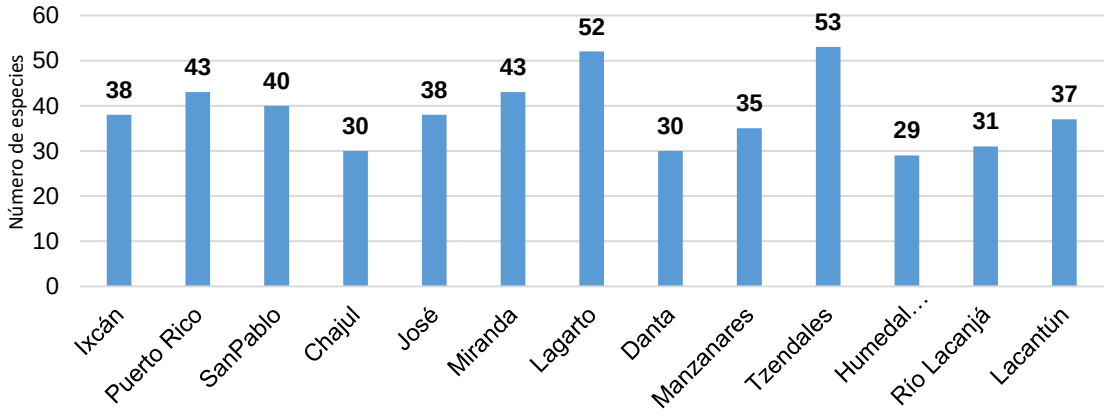


Fig. 13. Número de especies de helmintos parásitos identificados por estación de monitoreo durante el periodo 2010 - 2022**.**

Moluscos acuáticos

En el periodo 2010-2022 fueron colectados un total de 8,203 individuos de 48 especies, 45 nativas y tres no nativas, pertenecientes a 21 géneros y 10 familias; además de varias especies identificadas hasta género, que muy probablemente se trate de nuevas especies. La mayor diversidad de especies nativas de moluscos acuáticos se registró en los ríos Tzendales y Lacanjá, ambos dentro de la RBMA (Figura 14).

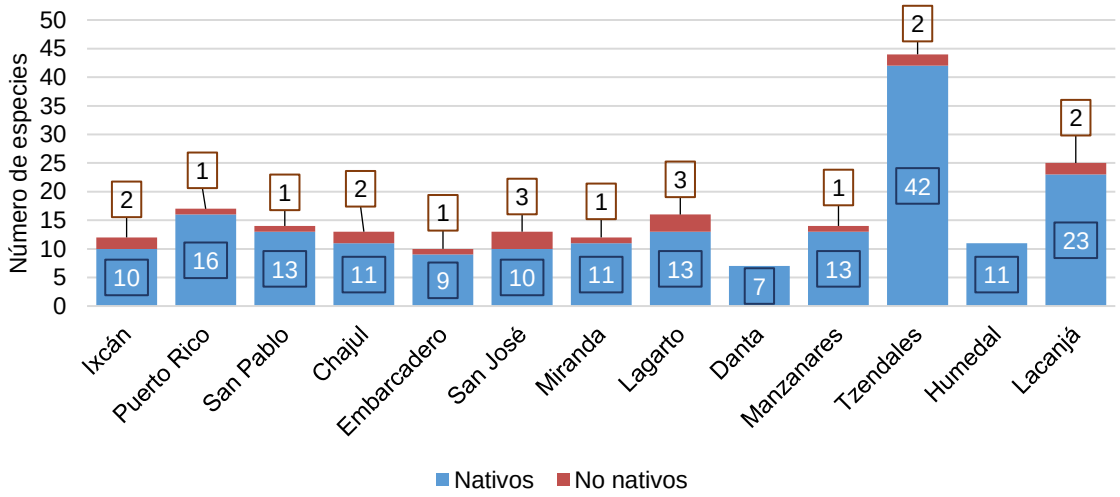


Fig. 14 Número de especies de moluscos acuáticos identificados por estación de monitoreo durante el periodo 2010-2022.

Crustáceos

Las especies de crustáceos registradas se encuentran asociadas a ambientes acuáticos en buen estado de conservación. La diferencia en la distribución de las especies de langostinos de desarrollo abreviado y de las de desarrollo extendido entre el río Tzendales y Lacantún sugiere que hay diferentes condiciones ecológicas.

En 2010-2022 se colectaron un total de 616 individuos de crustáceos de 6 especies pertenecientes a 4 géneros de 3 familias. A través de un diagrama de Venn (Figura 15), es posible apreciar que el langostino *Macrobrachium aff. vicconi*, se registró con *Macrobrachium carcinus, Macrobrachium heterochirus y Potamocarcinus chajulensis*, en el río Tzendales; con *Odontothelphusa aff lacanjaensis* en cuatro arroyos (Danta, José, Manzanares y San Pablo); con *Potamocarcinus chajulensis* en los ríos Miranda y Lacantún, así como en el arroyo Puerto Rico, y se registró como especie única en el río Ixcán y en el arroyo Lagarto. Por su parte, *P. chajulensis* se registró en cinco localidades: en los ríos Lacanjá, Lacantún y Tzendales y en los arroyos Miranda y Puerto Rico, y *O. aff. lacanjaensis*

en cuatro arroyos: dos ubicados dentro de la RBMA (José y San Pablo), y dos afuera de ésta (Danta y Manzanares).

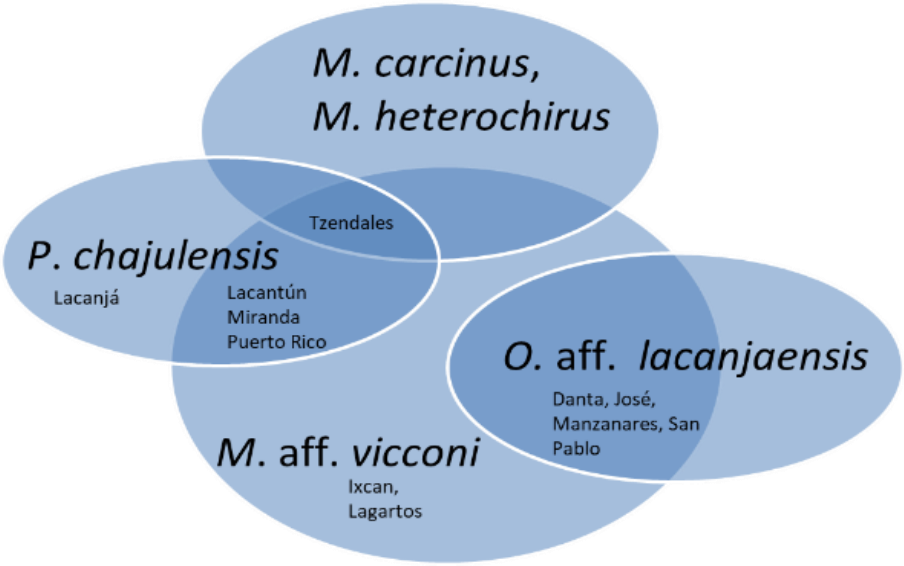


Fig. 15 Representación esquemática de las asociaciones entre especies y localidades en las que fueron registradas.

Peces

Se capturaron un total de 33,420 individuos de peces en el periodo 2010-2022, pertenecientes a 71 especies, de las cuales 59 son nativas, dos no identificadas y 10 especies no nativas, de 52 géneros y 24 familias. Se agregaron a la ictiofauna regional 13 especies. Las especies nativas se clasifican, de acuerdo con su origen biogeográfico, en cuatro neárticas y 38 neotropicales; por afinidad ecológica, 20 especies son primarias (especies que sólo habitan en ambientes dulceacuícolas), 30 secundarias (especies con cierto grado de tolerancia a la salinidad), 13 periféricas (especies que toleran amplias variaciones de salinidad, lo que les permite vivir en ambientes dulceacuícolas o salobres), tres vicarias (con origen marino actualmente restringidas a aguas dulces continentales) y seis son estuarinas. Las dos familias mejor representadas fueron Cichlidae y Poeciliidae con 21 y 13 especies, respectivamente.

El análisis de diversidad verdadera realizado al material biológico colectado en el periodo 2020-2022, mostró que los sitios con números efectivos de especies (q1 y q2) más altos son Embarcadero, Puerto Rico y Humedal; mientras que Danta registra los valores de diversidad más bajos; de acuerdo con los intervalos de confianza calculados, estos sitios son significativamente diferentes del resto. En los demás sitios existen diferencias significativas de acuerdo con el orden de diversidad verdadera empleado. Los resultados de diversidad de orden q1 señalan que San Pablo, José y Manzanares son significativamente diferentes de Lacanjá, Manzanares e Ixcán, que, a su vez difieren de Tzendales y Lagarto. Chajul no es

similar a ninguno de los anteriores, pero se asemeja más a ellos que a Danta. Para la diversidad de orden q2, podemos mencionar que José, Miranda, Ixcán, Manzanares y Lacanjá son similares entre sí y distintos significativamente de Lagarto y Chajul, así como de Tzendales; este último, al igual que San Pablo difieren del resto de acuerdo con sus intervalos de confianza (Figura 16).

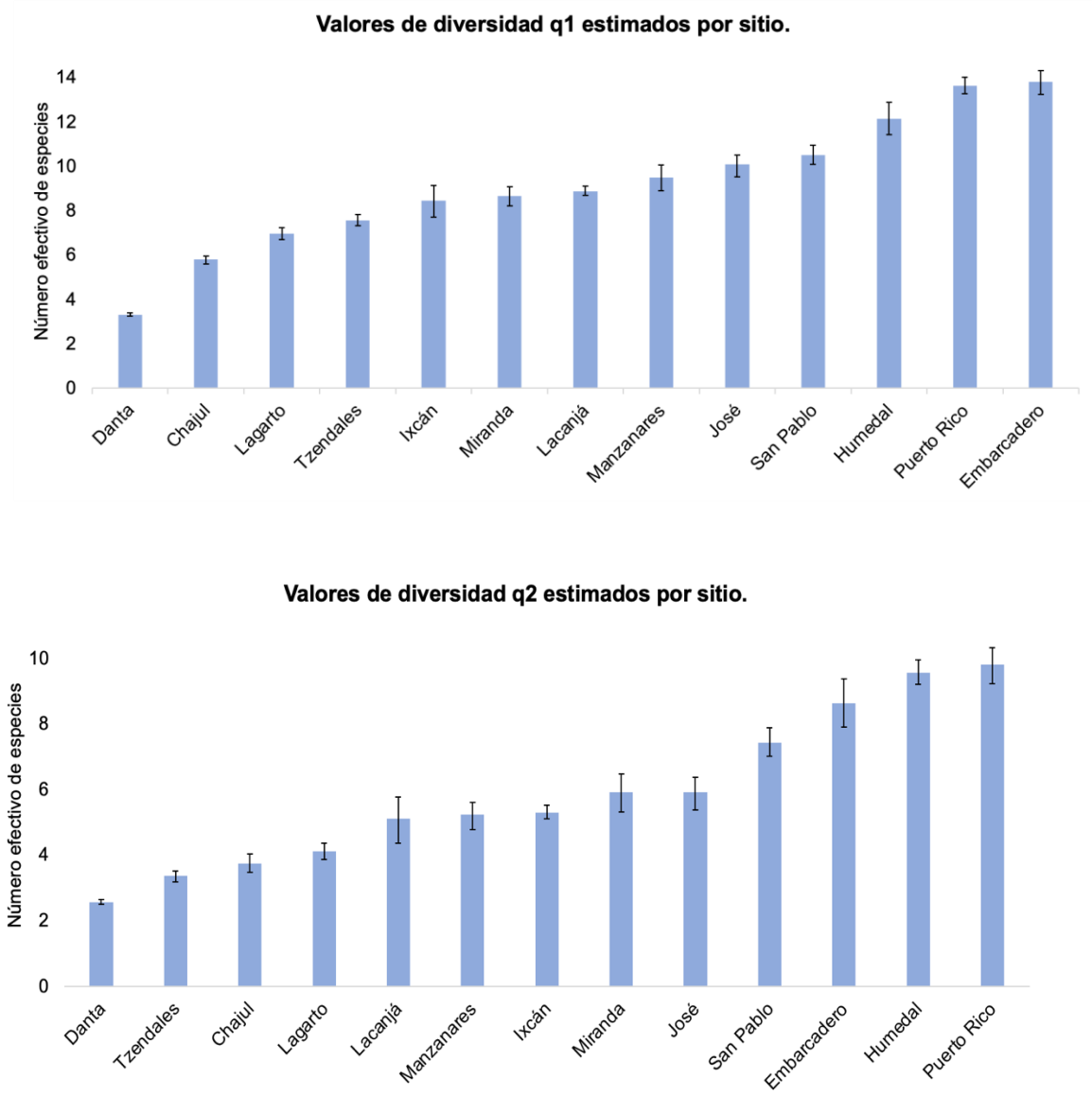


Fig. 16 Índices de diversidad verdadera calculados para las estaciones de monitoreo ubicadas en el río Lacantún y sus tributarios ubicados al sur de la RBMA

La presencia de especies periféricas en la zona de estudio se ve favorecida por la topografía poco accidentada que presentan las cuencas media y baja del río Usumacinta, lo cual permite que penetren especies eurihalinas cientos de kilómetros tierra adentro, como especies del género *Centropomus* y el sábalo *Megalops atlanticus*, entre otras.

Acción 1.3 <u>Identificar y monitorear contaminantes en ambientes acuáticos naturales del río Lacantún y sus tributarios</u>

I. Registro de parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad del agua.
II. Determinación de la presencia de contaminantes orgánicos y la concentración de fosfatos, nitratos, nitritos, amonio, cloro y sulfatos.
III. Análisis instrumental.
IV. Análisis de iones inorgánicos en muestras de agua.
V. Control de calidad en preparación y análisis de muestras.
VI. Sistematización y análisis de resultados.

Indicador de progreso comprometido: 100%; Indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Registro de parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad del agua

Los estudios sobre la calidad fisicoquímica y biológica del agua han servido para determinar el estado de conservación de ambientes acuáticos naturales o bien para evaluar el grado de perturbación que presentan en el corto plazo. En los casos en los que se presenta algún tipo de deterioro estos estudios han servido para diseñar y ejecutar acciones dirigidas a preservar la diversidad biológica que en ellos habita (Casatti *et al.*, 2012; Dodds, 2022; Karr, 1991).

La "salud" del ecosistema se define como la capacidad que tienen los ambientes naturales para mantener su estructura y funcionalidad a lo largo del tiempo a pesar de las presiones de cambio al que se encuentra sometido (Costanza & Mageau, 1999).

Esta definición deja claro que la "salud" del ecosistema acuático depende del balance entre todos los elementos que lo constituyen: el agua como elemento fundamental del ecosistema, la biota (vegetal y animal), la composición geológica y las poblaciones humanas que habitan la cuenca (nutrientes y compuestos tóxicos); pero el aspecto más importante de la definición es la de establecer la resiliencia del ecosistema, que es la relación entre el nivel de estrés al que está sometido y la capacidad del ecosistema de resistir (amortiguar) el cambio, determinado a través de periodos de tiempo largos. Esto significa que no es posible evaluar la "salud" del ecosistema con muestreos puntuales o demasiado esporádicos, por lo que al inicio del presente estudio se planteó que su realización se llevara a cabo por un largo periodo de tiempo, de al menos 10 años.

Un elemento más que impulsó la realización del presente estudio fue apoyar el cumplimiento de la meta SDG 6.11 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable, que fue firmada por México, en donde se establece "que se debe proteger y restaurar todos los ecosistemas acuáticos incluyendo montañas, bosques, humedales, ríos, acuíferos y lagos"; así como de las metas SDG 6.6.1 y 6.3.2, que establecen los criterios para el monitoreo continuo de la

calidad del agua en ecosistemas acuáticos, con el fin de evaluar los efectos de origen antropogénico sobre la estructura y funcionamiento en este tipo de ecosistemas.

En el periodo 2020-2022 se llevaron a cabo 14 sesiones de monitoreo *in situ*, registrando los valores de los siguientes parámetros de calidad del agua: pH, conductividad eléctrica (CE µs), sólidos disueltos totales (TDS ppm) y el oxígeno disuelto (OD %), los cuales fueron medidos utilizando un medidor de oxígeno disuelto de la marca HANNA (modelo H9146®) y un multímetro HANNA (modelo H991300®) con los que se tomaron los registros de pH/CE/TDS. Ambos aparatos fueron calibrados previamente.

Se llevaron a cabo 784 registros de los valores de pH, conductividad eléctrica (CE µs), sólidos disueltos totales (TDS ppm) y oxígeno disuelto (OD %), cuatro registros por cada una de las 14 estaciones de monitoreo. Asimismo, durante este mismo periodo se realizó la colecta de 84 muestras de agua y sedimento, durante la realización de 6 sesiones de toma de muestras, en un igual número de meses, las cuales fueron enviadas al Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química de la UNAM, para realizar el análisis instrumental correspondiente (Figuras 17 a 19).

Los resultados del monitoreo de la calidad del agua *in situ* y los obtenidos a través de la realización de análisis en laboratorio, se agregaron a los obtenidos previamente durante el periodo 2008-2019 con el fin de realizar un análisis de largo plazo (Anexos 1.7, 1.8 y 1.9).



Fig. 17 Registro de calidad del agua in situ y colecta de muestras de agua y sedimento en estaciones de monitoreo en junio y septiembre del 2020



Fig. 18 Registro de calidad del agua *in situ* y colecta de muestras de agua y sedimento en estaciones de monitoreo durante el periodo de marzo a noviembre del 2021.



Fig. 19 Registro de calidad del agua *in situ* y colecta de muestras de agua y sedimento en estaciones de monitoreo en enero y marzo del 2022.

Para determinar la posible presencia de metales pesados debido a las características geológicas de las cuencas, se realizó un análisis por Fluorescencia de Rayos-X (permite evaluar todos los elementos de la tabla periódica desde el flúor hasta el uranio). Los resultados obtenidos comprobaron que no hay presencia de metales pesados en los ambientes acuáticos naturales estudiados. La composición de los sedimentos corresponde a la característica de las rocas basálticas, que se presentan en la zona que son principalmente silicio aluminatos. Además, se encontró la presencia de Cr, Mn y Ni, pero como constituyentes de la roca, probablemente como óxidos y que por lo tanto no estarían biodisponibles.

Los sedimentos al igual que la biota, muestran ser un medio adecuado para determinar la contaminación de los ecosistemas acuáticos, debido a que su elevado contenido en materia orgánica favorece su adsorción y concentración. Esto permite generar un perfil de la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos, así como identificar las regiones contaminantes que más impacto tendrán sobre los ambientes acuáticos.

Los valores registrados de pH, conductividad, sólidos disueltos totales y el oxígeno disuelto en todos los ambientes acuáticos estudiados presentaron concentraciones que no ponen en riesgo la vida acuática.

- **pH.** Los valores de pH que fueron registrados en las estaciones de monitoreo a lo largo de la realización de las sesiones de monitoreo se mantuvieron en un rango entre los 6.4 y 8.70 con mínimas de 6.17 (arroyo Manzanares) y máximas de 10.73 (río Ixcán), los cuales no ponen en riesgo la vida acuática. Sin embargo, durante el periodo de marzo a octubre de 2013 el registro de este parámetro se elevó por arriba de las 10 unidades en diferentes estaciones de monitoreo (Ixcán, Puerto Rico y San Pablo), pero se trató tan sólo de un pulso estacional, cuyas causas no fueron identificadas (Figura 20).

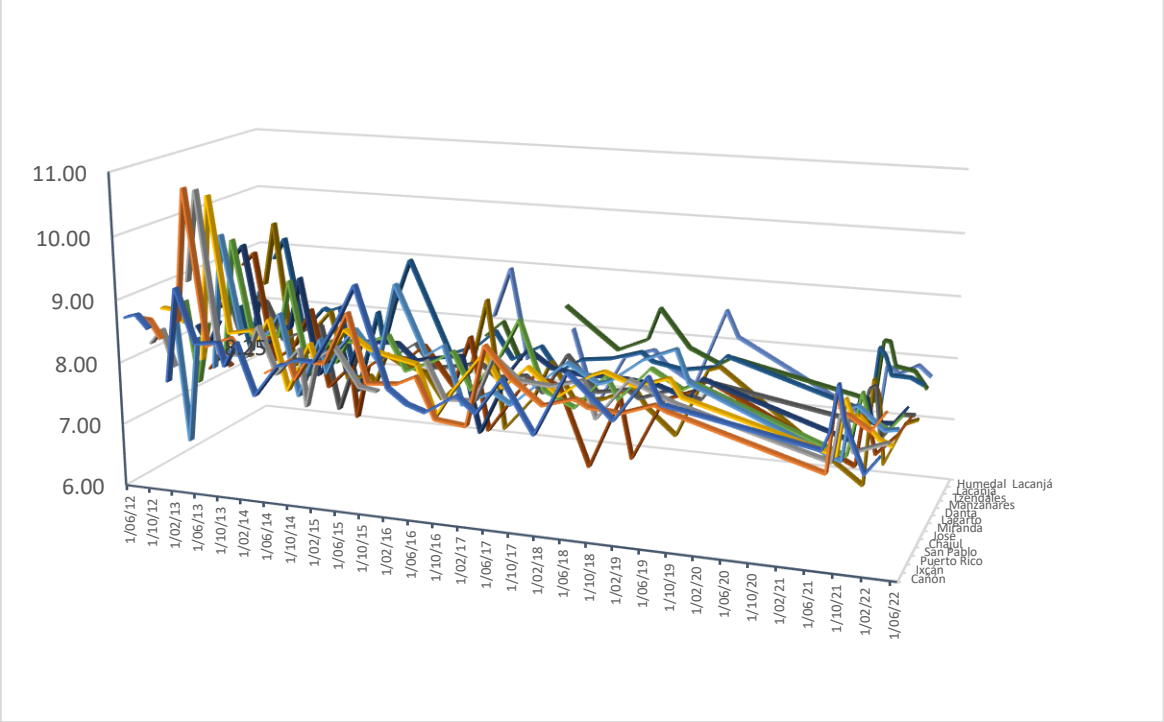


Fig. 20 Valores de pH registrados durante el periodo 2012- 2022.

- **Conductividad.** La conductividad refleja la cantidad de iones (aniones y cationes) disueltos en el agua, que influyen en la fuerza iónica y la solubilidad del oxígeno en el agua. Los valores de este parámetro se mantuvieron entre 200 y 800 S/cm, oscilando entre periodos de lluvias y el estiaje, pero en rangos que no ponen en riesgo la vida en el agua (Figura 21).

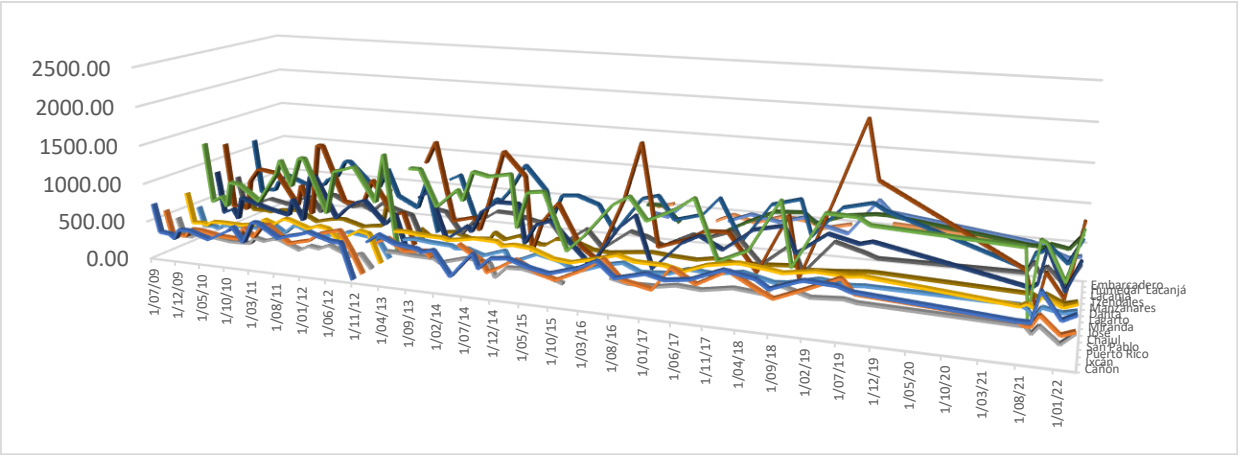


Fig. 21. Valores de conductividad registrados durante el periodo 2009-2022.

- **Sólidos Totales Disueltos (TDS)**. Este valor se determina a partir de los datos de conductividad, de tal forma que su comportamiento es similar, solo que expresado en mg/l. Los valores registrados de este parámetro se encuentran dentro de los rangos recomendados para protección de la vida acuática (Figura 22).

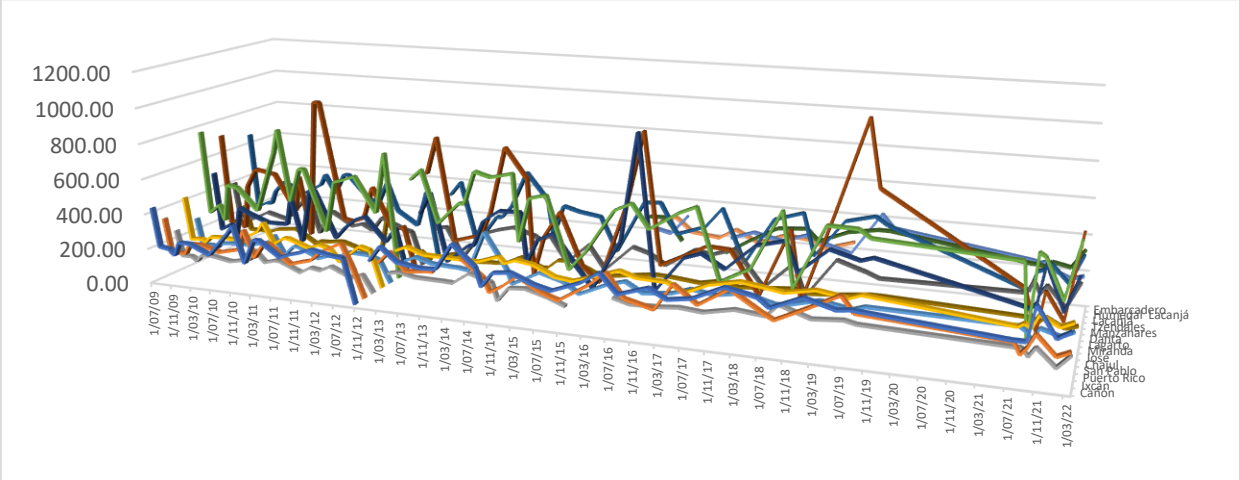


Fig. 22 Valores de Sólidos Totales Disueltos registrados durante el periodo 2009-2022.

- **Oxígeno Disuelto.** Las concentraciones de oxígeno en el agua aumentan debido a su difusión desde el aire y por procesos de fotosíntesis de plantas acuáticas, otros factores como la presión parcial (altitud), la temperatura y la concentración también influyen en su concentración. Los valores de oxígeno disuelto registrado en los ambientes acuáticos estudiados se mantuvieron entre 60% a 100% y en algunos casos, por efecto de la turbulencia, se registraron valores mayores. Sin embargo, se considera que en todos los casos los valores de oxígeno registrados favorecen el desarrollo de la vida acuática (Figura 23).

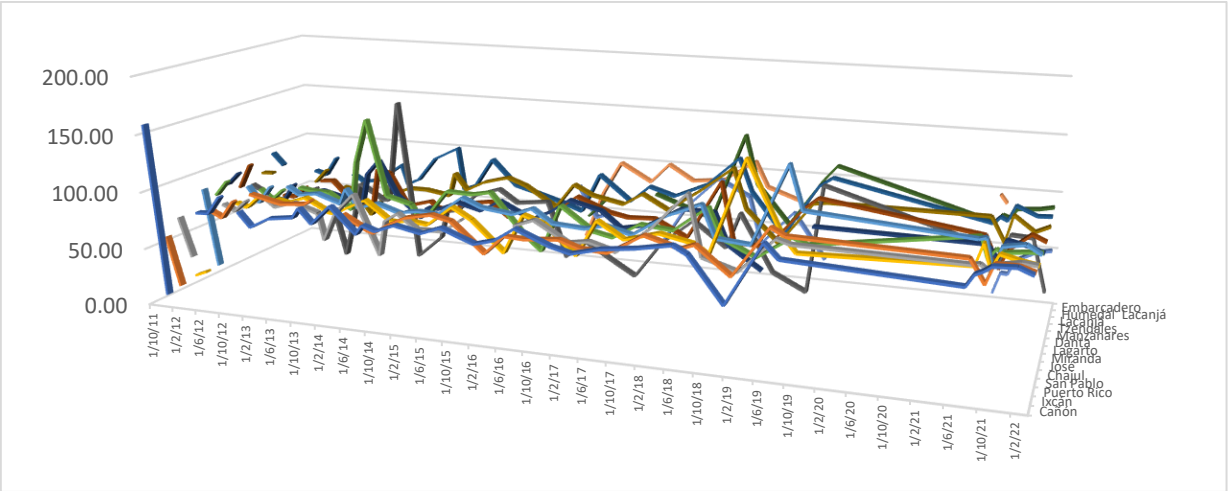


Fig. 23 Valores de oxígeno disuelto registrados durante el periodo 2011-2022.

- **Temperatura de la columna del agua.** A través de los años de estudio, se registró un aumento lento pero constante de la temperatura del agua, especialmente en los ambientes acuáticos que se localizan fuera de la RBMA, posiblemente a consecuencia de la pérdida de la vegetación ribereña debido a la deforestación. Estas evidencias son un aporte para los estudios locales y regionales de modelos de entendimiento sobre el cambio climático (Figura 24).

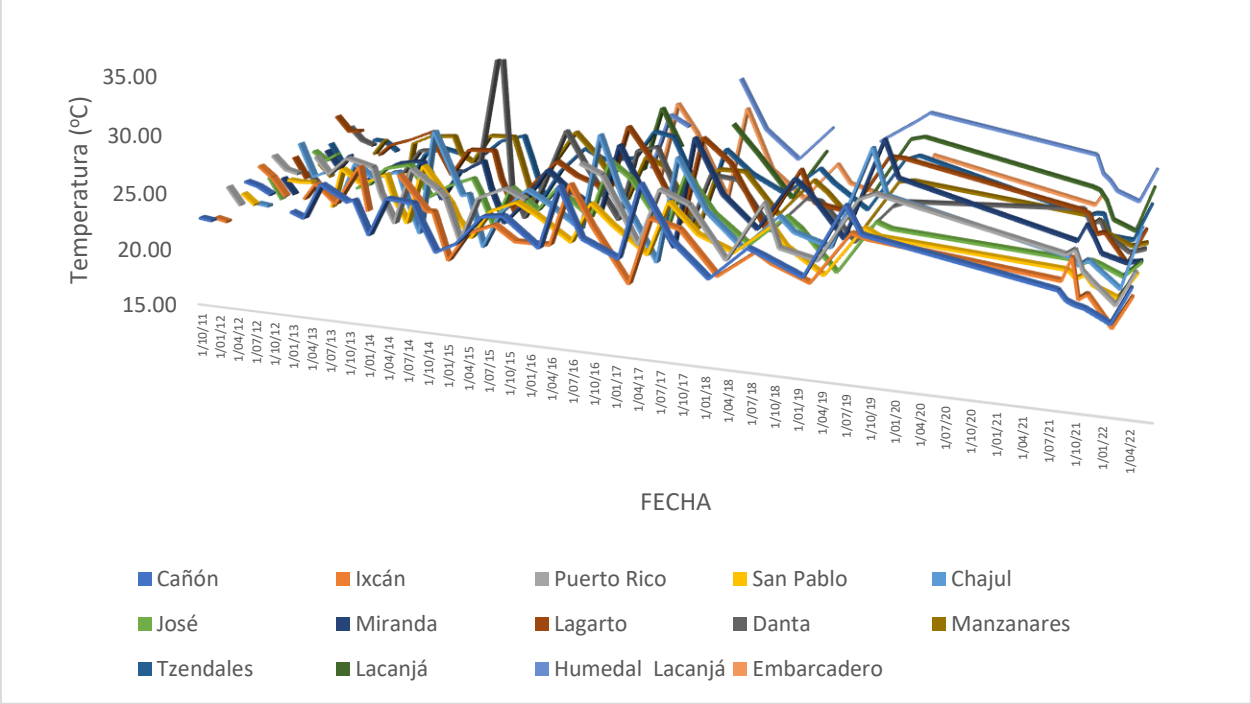


Fig. 24 Valores de temperatura en la columna de agua registrados durante el periodo 2011-2022.

II. Determinación de la presencia de contaminantes orgánicos y la concentración de fosfatos, nitratos, nitritos, amonio, cloro y sulfatos

Durante el periodo 2009-2022 se tomaron más de 50 muestras de aproximadamente 100 ml de agua, utilizando envases de plástico, los cuales fueron sellados y etiquetados, así como un igual número de muestras de aproximadamente 300 g de sedimento, utilizando una draga mecánica.

Las muestras fueron refrigeradas, en el caso del agua, y posteriormente empacadas para ser enviadas, junto con las muestras de sedimento, al laboratorio de química analítica de la Facultad de Química de la UNAM, en donde se procesaron para determinar la concentración de nitratos, nitritos, fosfatos, sulfatos y cloro, metales pesados, así como la presencia de contaminantes orgánicos.

Métodos utilizados para llevar a cabo el análisis de las muestras en el laboratorio:

Un litro de agua se filtró a través de una membrana de celulosa correspondiente a un tamaño de poro 0.45µm, la cual se ajustó a un pH de 3.0 ± 0.1 empleando ácido clorhídrico. Posteriormente, la muestra se extrajo empleando un cartucho para extracción en fase sólida (C-18) J.T. Baker, acondicionado previamente, el cual se mantuvo en un flujo aproximado de 35 ml/min. El proceso de la desorción se llevó a cabo empleando 15 ml de una mezcla acetona/cloruro de metileno (1:1). Para finalizar, los extractos se concentraron mediante flujo a base de nitrógeno antes de ser analizados instrumentalmente.

III. Análisis instrumental

Los extractos se analizaron mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, empleando un cromatógrafo de gases HP-6890 acoplado a un detector selectivo de masas HP-5973. La inyección de la muestra se realizó en modo sin división de flujo (*splitless*), la temperatura del inyector se mantuvo en 270ºC y la temperatura del detector y la interfaz entre el cromatógrafo y el detector fueron de 150ºC y 280ºC, respectivamente. Se realizó una elución por gradiente de temperatura, empleando el siguiente programa: 60ºC 1 min (30ºC/min) – 150ºC 1 min (10ºC/min) – 220ºC 1 min (10ºC/min) – 300ºC 5 min. La detección se realizó mediante un monitoreo selectivo de iones (SIM); los iones para cuantificación y confirmación se seleccionaron de acuerdo con el método EPA-3540C-1996 para la mayoría de los analitos.

IV. Control de calidad en preparación y análisis de muestras

Los criterios para llevar el control de calidad de los resultados se basaron en el método EPA-3540C-1996, evaluando el porcentaje de recobro de un subrogado. Las muestras que presentaron un recobro inferior a 70% fueron descartadas y se volvieron a preparar. Se evaluó periódicamente la reactividad del inyector mediante la medición del porcentaje de degradación del DDT en sus respectivos isómeros (DDD y DDE); cada vez que se observó un porcentaje de degradación superior a 15% se tomaron medidas correctivas sobre el

inyector. Bimestralmente se inyectó una disolución de calibración y se estableció una variación máxima de 10% como límite para recalibrar el instrumento.

V. Análisis de iones inorgánicos en muestras de agua

La concentración de nitratos (NO3-), nitritos (NO2-) y fosfatos (PO43-) en las muestras de agua se determinó mediante Análisis por Inyección en Flujo (AIF) empleando un equipo construido en el laboratorio empleando una bomba peristáltica, un inyector Rheodyne de baja presión y un espectrofotómetro UV-VIS Perkin Elmer Lambda-25 como sistema de detección. No fue necesario realizar tratamientos previos a las muestras; los principios de los métodos para determinar estos iones se describen a continuación:

Fosfatos: este elemento se hizo reaccionar con ácido molíbdico para formar el ácido 1,2-molibdofosfórico, el cual posteriormente se redujo con ácido ascórbico para formar un compuesto colorido azul de molibdeno que pudo determinarse espectrofotométricamente.

Nitritos: se provocó la reacción de estos en medio ácido para formar ácido nitroso que reacciona con la sulfanilamida y formar una sal de diazonio, la cual por acoplamiento con el diclorhidrato de N-(1-naftil) etilendiamina forma un azocompuesto altamente colorido que se midió espectrofotométricamente.

Nitratos: estos se redujeron cuantitativamente a nitritos empleando un reactor de cadmio-cuperizado; posteriormente se procedió de la misma manera que en la determinación de nitritos, obteniéndose una respuesta equivalente a la suma de nitratos y nitritos, por lo que el contenido de nitratos se obtuvo por diferencia. En el control de calidad, se analizaron de manera simultánea las muestras correspondientes al blanco y las muestras correspondientes al control de cada uno de los iones evaluados.

Cloruros: los cloruros se determinaron mediante la reacción con el tiocianato de mercurio y nitrato férrico.

Amonio: se hizo reaccionar con hipoclorito y fenol para formar el azul de indofenol, el cual absorbe a 620 nm.

Sulfatos: se determinaron por turbidimetría agregando cloruro de bario, y posteriormente fue medida la absorbancia de la suspensión del sulfato de bario a 420 nm.

Metales pesados: se llevó a cabo un análisis por fluorescencia de rayos-X en sedimentos obtenidos en los sitios de muestreo con el fin de detectar la presencia de metales pesados

VI. Sistematización y análisis de resultados

Las concentraciones promedio registradas de cada uno de los parámetros fisicoquímicos estudiados (amonio, fósforo, nitratos, nitritos, cloruros y sulfatos) no ponen en riesgo la vida acuática. Sin embargo, existen casos en donde las concentraciones de algunos parámetros (fósforo, nitratos y cloro) presentaron aumentos considerables durante periodos cortos y

localizados (*pulsos*), especialmente en aquellos ambientes acuáticos que atraviesan los territorios en donde se realizan actividades agropecuarias no sustentables.

- **Ion Amonio (NH_4^+).** El nitrógeno amoniacal (NH_4^+) es un producto de la actividad microbiológica, cuando los valores se elevan puede indicar contaminación orgánica, el Amonio es tóxico para la vida acuática en concentraciones por arriba de 0.04 mg/l. A lo largo del estudio se registraron valores promedio de amonio por debajo de la concentración máxima permisible, y sólo en casos aislados se presentaron pulsos temporales de concentraciones de amonio mayores a 1 mg/l, por razones que no pudieron ser determinadas debido a la corta duración que tuvieron, de tal forma los valores registrados en este parámetro a lo largo del estudio fueron aceptables. (Figura 25).

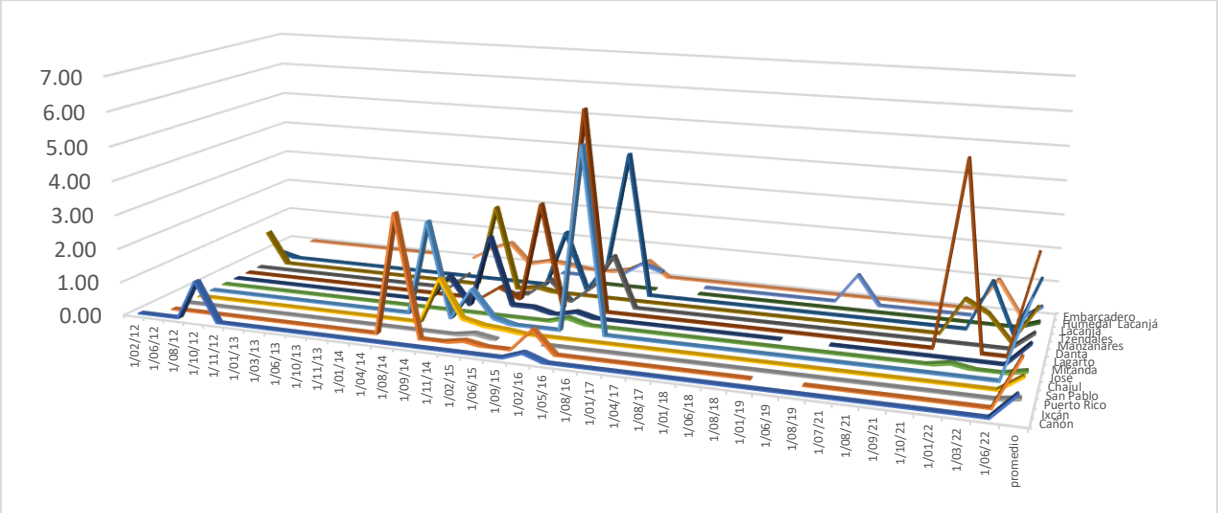


Fig. 25 Valores de amonio registrados durante el periodo 2012- 2022.

- **Nitritos.** Se encuentran en los ambientes acuáticos como producto intermedio de la oxidación del amoníaco o la reducción de nitratos. Los valores aceptables para mantener la vida acuática son de entre 0.01 a 0.04 mg/l valores arriba de 0.55 mg/l pueden causar daños a la vida acuática. En el caso de los ambientes acuáticos estudiados los valores de este parámetro presentaron niveles promedio aceptables (Figura 26).

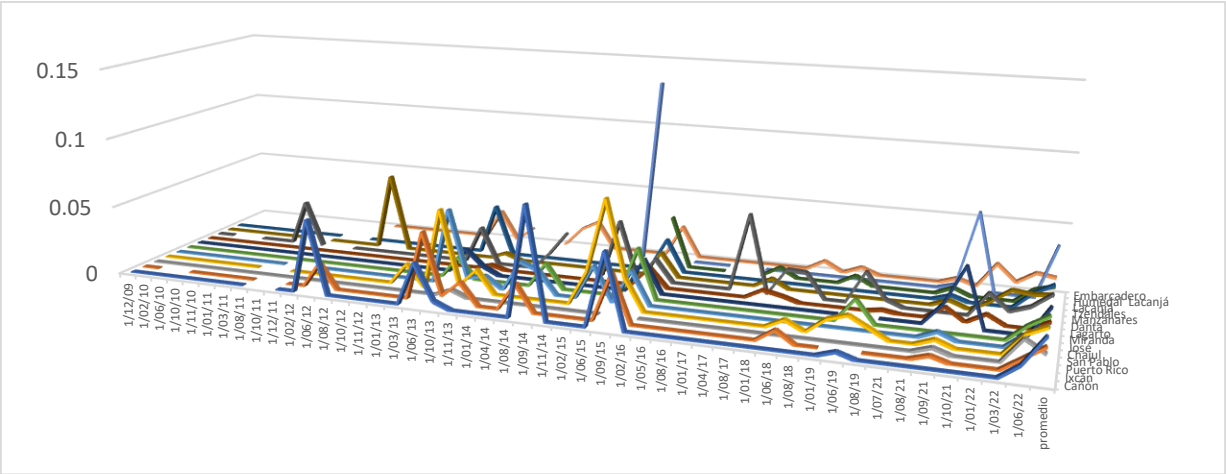


Fig. 26 Valores de nitritos registrados durante el periodo 2009-2022.

- **Nitratos.** Son el producto final de la degradación biológica del nitrógeno orgánico, producido a partir de la oxidación del amoníaco. Los valores aceptables en cuerpos de agua oscilan entre 0.1 y 0.2 mg/l. En el caso de los ambientes acuáticos estudiados se registraron concentraciones de nitratos mayores a las aceptables, muy probablemente debido al empleo de fertilizantes nitrogenados por los habitantes de la zona, a pesar de esta situación, los valores registrados de este parámetro y su permanencia en el agua no ponen en riesgo la vida en el agua (Figura 27)

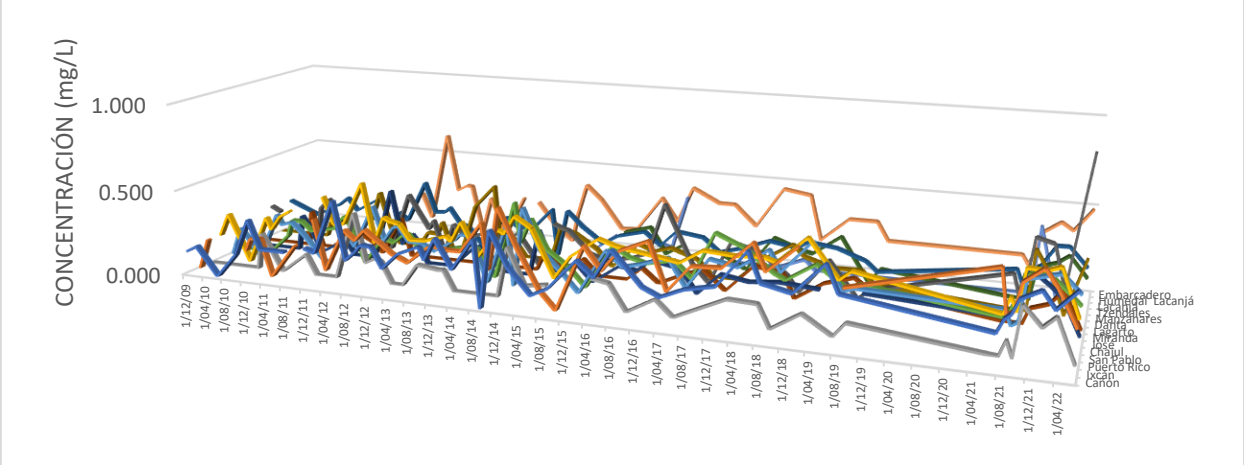


Fig. 27 Valores de nitratos registrados durante el periodo 2009-2022.

- **Cloruros.** Los valores aceptables de cloruros en agua van de 300 mg/l a 1000mg/l, cuando los cationes asociados son calcio o magnesio. El arroyo Lagarto fue el único ambiente en donde se registraron valores mayores a 300 mg/l situación provocada por la estructura geológica de la cuenca en donde se localiza, mientras que el resto de los afluentes oscilan entre los 3 y los 40 mg, pero en ningún caso los valores registrados significaron un riesgo para la vida en el agua (Figura 28).

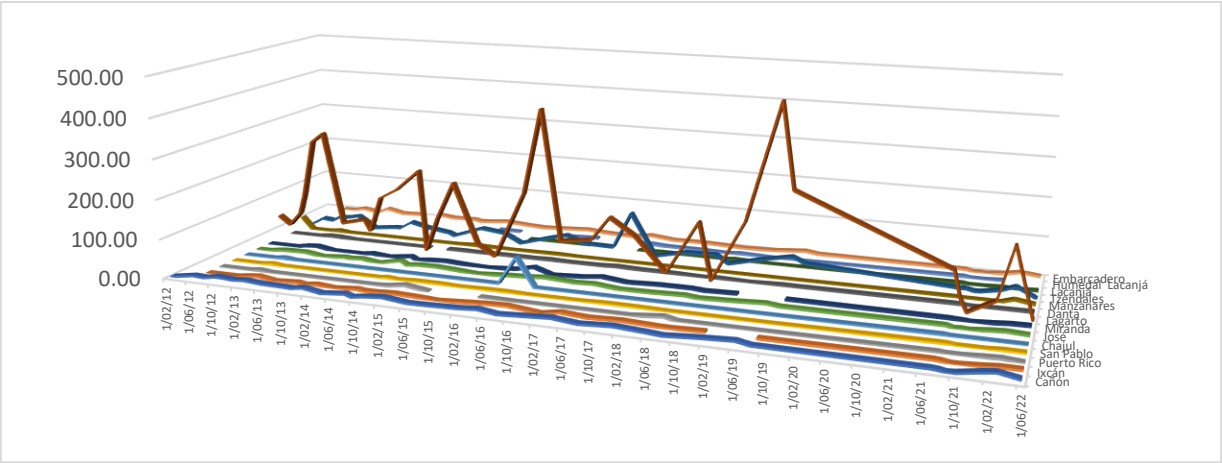


Fig. 28 Valores de cloruros registrados durante el periodo 2009-2022.

- **Fosfatos.** Valores de fosfatos por encima de 0.025 mg/l favorecen el crecimiento de las comunidades de microalgas, lo cual puede ocasionar la eutroficación de los ecosistemas acuáticos; sin embargo, a pesar de que los valores registrados en los ambientes acuáticos estudiados son ligeramente altos, aún no representan un riesgo para la calidad del agua (Figura 29).

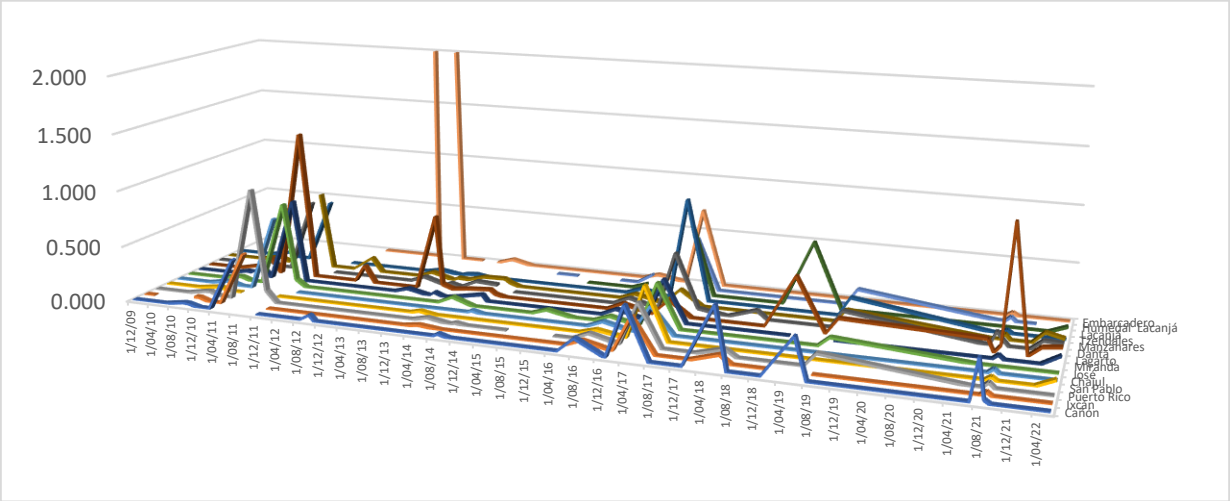


Fig. 29 Valores de fosfatos registrados durante el periodo 2009-2022.

- **Sulfatos.** Se ha reportado daño por sulfatos en organismos acuáticos a valores por arriba de 100 mg/l. En el caso de los ambientes acuáticos estudiados los valores de sulfatos sobrepasan este valor; sin embargo, esta situación no es causada por influencia humana, sino por los materiales que conforman la estructura geológica de las cuencas de varios de los ambientes acuáticos estudiados, por lo tanto, su presencia no significa un riesgo debido a que no se encuentran en estado libre sino formando óxidos (Figura 30).

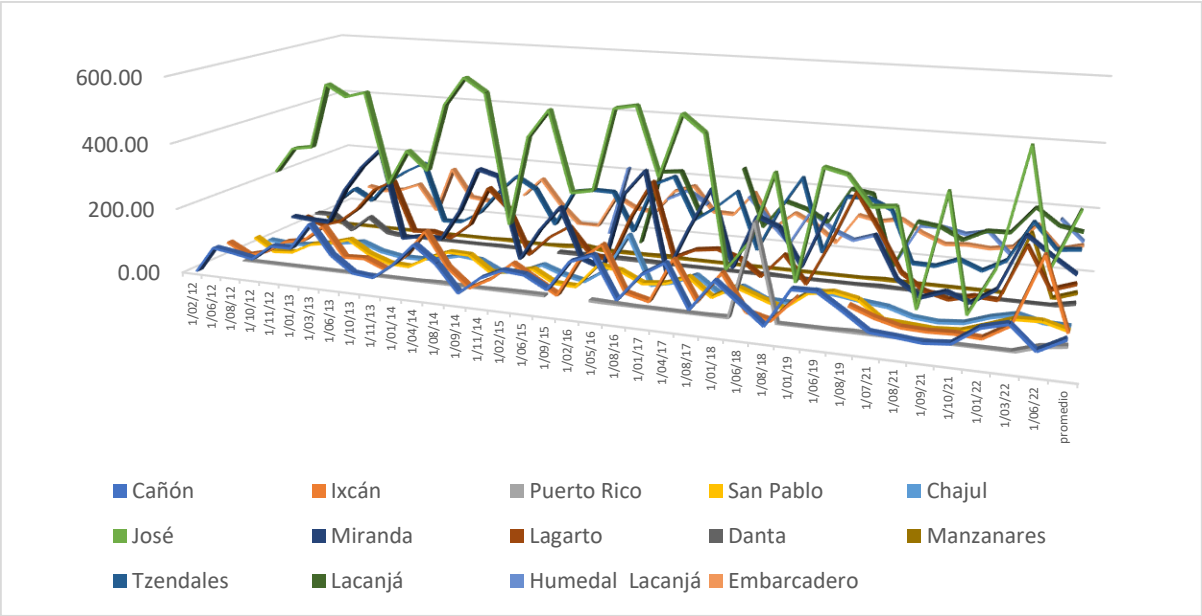


Fig. 30 Valores de sulfatos registrados durante el periodo 2009-2022.

Metales pesados

La contaminación provocada por metales pesados se debe, en la mayor parte de las zonas afectadas, a la actividad industrial o minera presente en las cuencas de los ríos, y en menor grado a la existencia de centros poblacionales con un elevado número de habitantes. A pesar de que en la región estudiada no se presenta ninguna de estas situaciones, se tomó la decisión de realizar un análisis por fluorescencia de rayos-X (evalúa los elementos de la tabla periódica desde el flúor hasta el uranio) en las muestras de sedimentos tomadas en el río Lacantún y sus afluentes para descartar la presencia de este tipo de contaminantes. Los resultados muestran que en ningún caso se rebasaron los límites permisibles establecidos para presencia de metales pesados.

Determinación de la presencia de contaminantes orgánicos

Los procedimientos tradicionales para determinar la presencia de contaminantes en ambientes acuáticos naturales utilizan muestras de agua; sin embargo, cuando este tipo de contaminantes se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles en aguas superficiales, es necesario que cada muestra contenga una concentración en un orden de por lo menos 100:1 para que puedan ser detectados. Con este método se hubieran requerido muestreos muy frecuentes de calidad de agua para observar las tendencias de las concentraciones de estos compuestos a lo largo del año. Debido a la imposibilidad de llevar a cabo estos muestreos de manera muy frecuente, se optó por realizar el monitoreo de contaminantes en el agua utilizando sedimentos, por su elevado contenido de materia orgánica. Esta característica favorece su adsorción y concentración y permite obtener un perfil de la calidad del agua, así como identificar las regiones en donde hay una mayor presencia de contaminantes.

La detección de contaminantes, que se mencionan a continuación, se realizó mediante un monitoreo selectivo de iones (SIM); los iones para cuantificación y confirmación se seleccionaron de acuerdo con el método EPA-3540C-1996:

Compuestos orgánicos: HAP: acenafteno, acenaftileno, antraceno, benzo[a]antraceno, benzo[k]fluoranteno, benzo[a]pireno, bifenilo, dibenzo[a,h]antraceno, dibenzofurano, dibenzotiofeno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, indeno, naftaleno y pireno.

Compuestos de plaguicidas: aldrín, cumafos, dieldrín, endosulfan, endrín, fosalona, heptacloro, lindano, metil-azinfos, metil-paratión, metoxicloro, mirex, p,p-DDD, p,p-DDE, p,p-DDT, paratión y permetrina.

Compuestos de herbicidas: atrazina, benfluralina, cicloato, EPTC, hexazinona, isopropalina, metalocloro, metribuzina, molinato, oxadiazón, oxifluorfén, pebulato, penoxalina, profluralina, propacloro, propazina, simazina, sután, trifluralina y vernolato.

Los muestreos de campo y los análisis de laboratorio se llevaron a cabo en forma trimestral, por lo que se cuenta una base de datos robusta de más de 10 años ininterrumpidos; sin embargo, con el fin de simplificar la presentación de los resultados los parámetros fisicoquímicos se agruparon en promedios anuales y los contaminantes orgánicos se acumularon en promedios semestrales.

Resultados

En las primeras muestras de agua que fueron analizadas no fue posible detectar alguno de los analitos, sin embargo, en las muestras de sedimento sí fueron detectadas, aunque en pequeñas cantidades, situación que sirvió para demostrar que los sedimentos resultaban ser un adecuado concentrador de contaminantes orgánicos.

Los contaminantes inicialmente detectados, fueron agrupados con el fin de poder ser reportados por grupos: hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP), pesticidas organoclorados, pesticidas organofosforados y permetrinas. Este último debido a que se emplea en las campañas de erradicación de mosquitos en la zona, por parte de las autoridades de salud.

El gasto medio anual del río Lacantún oscila alrededor de 425.3 m^3/s, lo que genera un escurrimiento anual del orden de los 13,000 millones de metros cúbicos de agua, por lo que el uso de sedimentos para la detección de contaminantes se considera adecuado para estos volúmenes de agua.

Los contaminantes que fueron detectados a lo largo de la realización del estudio de monitoreo provienen de las áreas que ocupan los asentamientos humanos y los sistemas productivos que practican.

En la tabla 11 se muestra el listado de los contaminantes orgánicos que registraron las mayores concentraciones y frecuencia. La columna etiquetada como límite □g/Kg se presenta

como referencia e indica los valores máximos permisibles en sedimentos para la preservación de la vida acuática establecidas por *Environment Canada* (1999 actualizado 2001).

Tabla 11. Contaminantes orgánicos con la mayor frecuencia y concentraciones registradas durante la realización del estudio

Compuesto	*límite □g/Kg aceptable	Presencia	Máxima concentración encontrada □g/Kg
indeno	**200.00**	Su presencia ha sido constante lo largo del estudio, sin llegar a rebasar el valor límite permisible para sedimentos más que en marzo de 2013 y octubre de 2013 en que se incrementan y rebasa los límites aceptables.	1597.18
naftaleno	**34.60**	Su presencia ha sido constante lo largo del estudio, sin llegar a rebasar el valor límite permisible para sedimentos. Al igual que el indeno en marzo de 2013 y octubre de 2013 se incrementan los valores y rebasa los límites aceptables.	194.09
bifenilo		Se presenta en forma ocasional y sin rebasar los límites	
acenftileno	**5.87**	Se presenta en forma ocasional y sin rebasar los límites	
acenafteno	**6.71**	Se presenta en forma ocasional y sin rebasar los límites	
dibenzofurano		Se presenta en forma ocasional y sin rebasar los límites	
fluoreno	**21.20**	Se presenta en forma ocasional y sin rebasar los límites	
dibenzotiofeno		Se presenta en forma ocasional y sin rebasar los límites	
lindano	**0.94**	Se presenta en forma ocasional y sin rebasar los límites	
fenantreno	**41.90**	Se presenta en forma ocasional y sin rebasar los límites	
antraceno	**46.90**	Se presenta en forma ocasional y sin rebasar los límites	
metil paratión	**1900.00**	Se presentaba en forma ocasional hasta marzo de 2013, a partir de ese muestreo su presencia ha sido constante con valores altos	860.67
heptacloro	**0.60**	Se presentaba en forma ocasional. En marzo de 2013 y octubre de 2013 se presenta en forma constante y su concentración rebasa con mucho los límites	12.00

malatión	**0.10**	Se registran concentraciones en marzo de 2013 y se mantiene en ciertos cuerpos de agua hasta 2018. El valor es 40 veces más alto que el límite máximo permisible.	4.65
aldrin	**2.00**	Se registran concentraciones en marzo de 2013 y se mantiene en ciertos cuerpos de agua hasta 2014	15.74
paratión	**0.01**	Se registran concentraciones en marzo de 2013 y se mantiene en ciertos cuerpos de agua hasta 2018. El valor es miles veces más alto que el límite máximo permisible.	224.01
fluoranteno	**11.00**	Su presencia ha sido constante lo largo del estudio, sin llegar a rebasar el valor límite permisible para sedimentos. En marzo de 2013 y octubre de 2013 se incrementan los valores y rebasa los límites aceptables.	126.00
pireno	**53.00**	Su presencia ha sido constante lo largo del estudio, sin llegar a rebasar el valor límite permisible para sedimentos. En marzo de 2013 y octubre de 2013 se incrementan los valores y rebasa los límites aceptables.	207.00
endosulfan I	**0.06**	Se registran concentraciones en marzo de 2013 y se mantiene en ciertos cuerpos de agua hasta 2014	59.25
DDE	**1.12**	Su presencia ha sido constante lo largo del estudio, sin llegar a rebasar el valor límite permisible para sedimentos. En octubre de 2010 y la temporada de estiaje de 2021 se incrementan los valores y rebasa los límites aceptables. Esto coincide con el efecto de los Huracanes Karl y Alex y el encuentro del Frente Frío No. 13 y el Ciclón Tropical "Lota", respectivamente	592.85
dieldrin	**0.06**	Su presencia ha sido constante lo largo del estudio, sin llegar a rebasar el valor límite permisible para sedimentos. En octubre de 2010 y la temporada de estiaje de 2021 se incrementan los valores y rebasa los límites aceptables. Esto coincide con el efecto de los Huracanes Karl y Alex y el encuentro del Frente Frío No. 13 y el Ciclón Tropical "Lota", respectivamente	11.53
endrin	**2.67**	Se registran concentraciones en agosto de 2014 en el arroyo San Pablo y se mantiene en ciertos cuerpos de agua.	112.56

endosulfan II	**0.06**	Se presenta en forma ocasional y sin rebasar los límites más que en una ocasión en agosto de 2014 también en Arroyo San Pablo	42.63
DDD	**3.57**	Su presencia ha sido constante lo largo del estudio, sin llegar a rebasar el valor límite permisible para sedimentos. En octubre de 2010 y la temporada de estiaje de 2021 se incrementan los valores y rebasa los límites aceptables. Esto coincide con el efecto de los Huracanes Karl y Alex y el encuentro del Frente Frío No. 13 y el Ciclón Tropical "Lota", respectivamente	12.00
DDT	**1.19**	Su presencia ha sido constante lo largo del estudio, sin llegar a rebasar el valor límite permisible para sedimentos. En octubre de 2010 y la temporada de estiaje de 2021 se incrementan los valores y rebasa los límites aceptables. Esto coincide con el efecto de los Huracanes Karl y Alex y el encuentro del Frente Frío No. 13 y el Ciclón Tropical "Iota", respectivamente.	1547.30
1,2-benzantraceno	**31.70**	Su presencia ha sido constante lo largo del estudio, sin llegar a rebasar el valor límite permisible para sedimentos. En marzo de 2013 y octubre de 2013 se incrementan los valores y rebasa los límites aceptables.	5734.33
metoxicloro		Se presenta en forma ocasional	4.89
mirex	**7.00**	Se presenta en forma ocasional y tan sólo una vez en Arroyo San Pablo se encuentra en valores altos	322.48
permetrina(cis)		Una sola ocasión había presentado valores medibles, sin embargo, en agosto de 2014 se registra en varios sitios de muestreo	
permetrina(trans)		Una sola ocasión había presentado valores medibles, sin embargo, en agosto de 2014 se registra en varios sitios de muestreo	
benzo(k)fluoranteno		Se presenta en forma ocasional más que en una ocasión en agosto de 2014 en Arroyo Puerto Rico	12.87

*Canadian Environmental Quality Guidelines 1999, updated 2001

En los ambientes acuáticos estudiados se registró la presencia de plaguicidas organoclorados y organofosforados, pero las concentraciones registradas de ambos tipos de plaguicidas aún se encuentran por debajo de los valores que producen toxicidad severa, el cual se sitúa alrededor de 1 ng/g; sin embargo, su presencia no deja de ser motivo de preocupación, ya que la mayoría de este tipo de plaguicidas se prohibieron hace más de dos décadas. Esto refleja la carencia de información y de presencia de autoridades regulatorias en la zona, la cual resulta ser necesaria para la erradicación de los plaguicidas potencialmente tóxicos y su

sustitución por plaguicidas de nueva generación cuyo impacto ambiental es menos severo. En caso de que las concentraciones de este tipo de contaminantes continúen creciendo, podría provocar severos daños a la vida acuática.

Los pesticidas considerados en el estudio fueron: aldrín, dieldrín, endosulfan, endrín, heptacloro, lindano, metoxicloro y mirex. Las concentraciones más altas registradas de este tipo de contaminantes se presentaron en los años 2011, 2013, 2016, 2017 y 2021, derivados de efecto de lavado que los escurrimientos tuvieron sobre zonas agropecuarias ubicados en la región de MC y la República de Guatemala.

En el caso de los pesticidas organoclorados se consideró conveniente separar al DDT y sus metabolitos DDD y DDE de resto de los pesticidas de este grupo, debido a que el DDT dejó de producirse desde 1972. El hecho de ser detectado en la región puede deberse a que son remanentes de las campañas de fumigación que se llevaron a cabo (en forma extensiva e intensiva) en esta región del estado de Chiapas a partir del proceso de colonización en los años 70 y hasta finales de los 90 del siglo pasado, y que debido a su persistencia se encuentra aún presente en el suelo. Los huracanes y lluvias torrenciales que se presentaron en los años 2010, 2013, 2016, 2017 y 2020 provocaron un aumento en el registro de ese tipo de plaguicidas, debido a la remoción de sedimentos causada por la gran cantidad de agua que drenó a través de los ambientes acuáticos estudiados.

En el año 2010, la presencia de fenómenos climatológicos extremos, huracanes Karl (junio) y Alex (septiembre) provocaron que se duplicaran la cantidad de agua que normalmente escurre por la cuenca, pasando de 200 a más de 500 mm por m^2, lo que causó cambios importantes en la química del agua, especialmente aumentando la presencia de contaminantes en varios de los ecosistemas acuáticos estudiados.

Esta misma situación se volvió a presentar en noviembre del 2020. Fuertes lluvias causadas por el encuentro del Frente Frío No. 13 y el Ciclón Tropical ¨Iota" en el área de la cuenca del río Usumacinta, provocaron el surgimiento de avenidas extraordinarias de agua en el río Lacantún, sobre todo por el afluente del río Chajul, causando inundaciones en ambos márgenes del río ubicadas en la zona de estudio, lo que a su vez llevó a que grandes cantidades de sedimento se hayan depositado en dichas áreas.

Debido a lo anterior, durante la temporada de estiaje en el 2021 se registró la presencia de DDT y DDE en los arroyos Puerto Rico y río Chajul ubicados fuera de la RBMA, pero también en los arroyos San Pablo, José, Miranda, el río Tzendales, el Humedal Lacanjá y el Embarcadero localizados dentro de la RBMA, en donde la presencia de este tipo de contaminantes es atípica, debido a que no existen fuentes que los generen como actividades agropecuarias.

Los sedimentos que fueron depositados en los márgenes de los ríos y arroyos que se encuentran dentro de la RBMA como el río Tzendales, y los arroyos San Pablo, José y Miranda, contenían contaminantes que fueron removidos de los fondos de algunos tributarios del río Lacantún que atraviesan grandes áreas territoriales en Guatemala como los ríos Ixcán y Chajul. Esta situación provocó que en las muestras de sedimento tomadas en los ecosistemas acuáticos mencionados anteriormente se detectara la presencia de este tipo de contaminantes considerados de alto riesgo, aunque en concentraciones que no ponen en riesgo la vida acuática (menores a 90 ppm).

Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP)

Los efectos biológicos adversos asociados con los HAP en los sedimentos incluyen la disminución de la abundancia de invertebrados bentónicos, una menor diversidad y crecimiento de las poblaciones de especies nativas y cambios fisiológicos y conductuales en individuos de distintas especies acuáticas (Environment Canada 1998).

La toxicidad de los HAP depende de una serie de factores, incluyendo la especie, la vía de exposición y la estructura molecular de la HAP. En general, los HAP de bajo peso molecular se consideran agudamente tóxicos y no cancerígenos para los organismos acuáticos, mientras que los HAP de alto peso molecular generalmente no son agudamente tóxicos para los organismos acuáticos, pero varios de ellos son cancerígenos.

Los HAP en forma individual se encuentran a concentraciones bajas; sin embargo, es necesario determinar el efecto que podrían ejercer en conjunto este tipo de analitos y no evaluar el efecto individual de cada uno sobre la biota que habita en los ambientes acuáticos como se reporta en varios estudios.

Los registros de HAP en los ambientes acuáticos estudiados, pueden ser atribuidos a un aumento en el uso de plaguicidas por parte de productores agropecuarios, así como a la quema de pastizales y vegetación natural en la temporada de secas.

En la figura 31 es posible apreciar una tendencia cíclica a lo largo del periodo de estudio entre las épocas de secas y lluvias, presentándose en los meses de marzo y septiembre respectivamente. Durante la temporada de secas la concentración detectada de los HAP se reduce en comparación con la observada en la temporada de lluvias. Esto se debe a que, durante la temporada de secas, la quema de vegetación aumenta considerablemente, por lo que las cenizas son depositadas sobre el suelo y las copas de los árboles, los cuales proveen una superficie de captación enorme. Durante la temporada de lluvias, el incremento en la precipitación pluvial provoca que las cenizas que permanecen en el suelo y la vegetación sean depositadas a los ecosistemas acuáticos en donde son concentradas en los sedimentos, lo que provoca un incremento en la concentración de los HAP durante esta época del año.

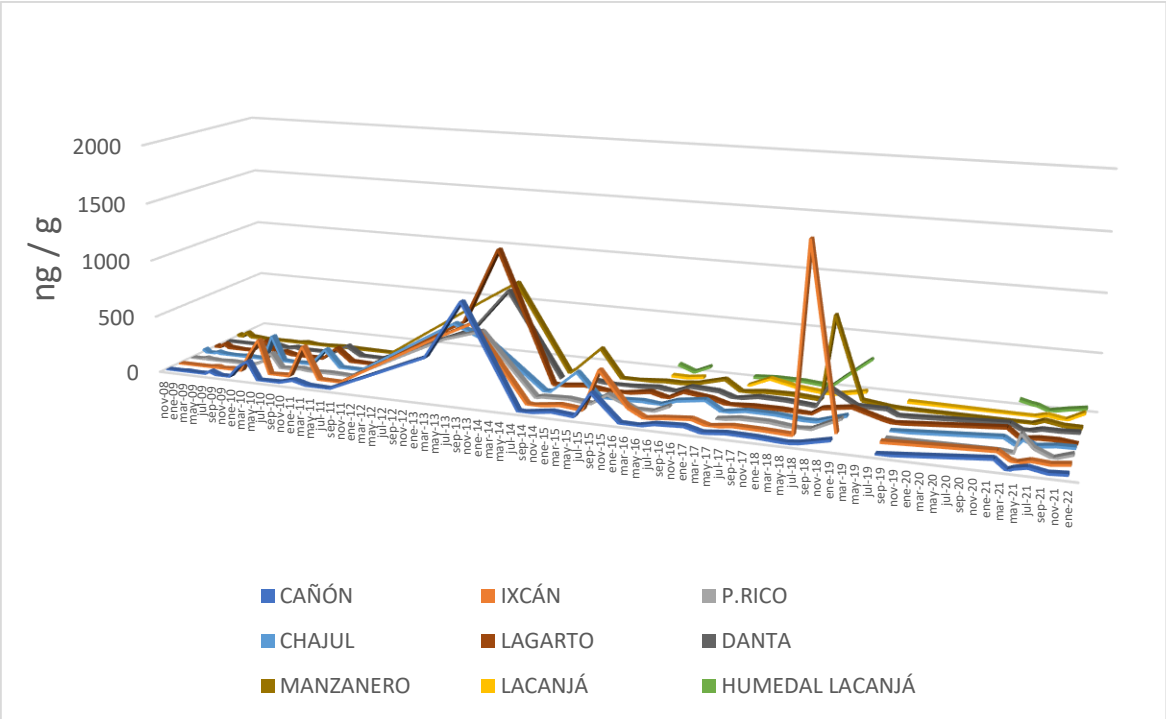


Fig. 31 Concentraciones de HAP registradas en los ecosistemas acuáticos estudiados durante el periodo 2008-2022.

Los valores más altos de HAP se registraron en los años 2010, 2013 y 2018, pero a partir del 2021 y hasta la fecha no se han registrado. Las actividades productivas en la región no han cambiado, por lo que hasta el momento se desconocen las causas de que no se hayan detectado estos hidrocarburos en el lapso mencionado.

Pesticidas Organoclorados

El uso de pesticidas organoclorados en la zona ha ido aumentando notablemente. Al principio del estudio no se encontraban presentes, sin embargo, a partir de 2016 ha aumentado su presencia tanto en número de sitios como en concentración (Figura 32), lo cual es muy probable que se deba a un incremento en el uso de este tipo de sustancias en las áreas agropecuarias de las comunidades que se encuentran ubicadas en la región de MC. Esta situación resulta preocupante por los efectos que pudiera tener sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos estudiados.

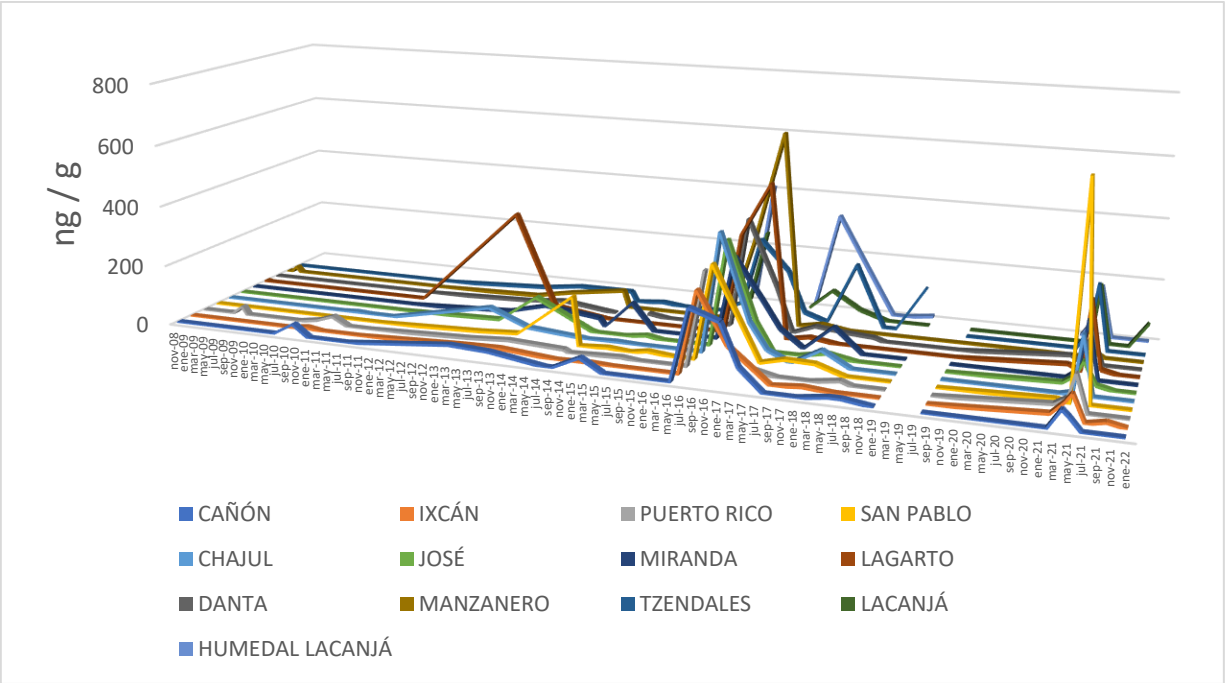


Fig. 32 Concentraciones plaguicidas organoclorados registradas en los ecosistemas acuáticos estudiados durante el periodo 2008-2022.

Los efectos toxicológicos de los plaguicidas organoclorados estudiados son similares a los provocados por el DDT. Muchos de estos tipos de plaguicidas se han dejado de producir; sin embargo, aún se registra su uso en la región debido a importaciones ilegales que realizan productores agropecuarios desde Guatemala, en donde aún es posible encontrarlos en el mercado.

Pesticidas Organofosforados

En este grupo se encuentran los siguientes tipos de plaguicidas: cumafos, fosalona, metil-azinfos, metil-paratión, y paratión. Los efectos toxicológicos de los pesticidas organofosforados van desde la muerte de las especies, cambios conductuales, cambios fisiológicos y hematológicos, además de que provocan la interrupción de la cadena alimenticia de varias especies.

El uso de pesticidas organofosforados en la zona ha ido aumentando notablemente, al principio del estudio no se encontraban presentes, sin embargo, a partir de 2016 aumenta su presencia en número de sitios y en concentración (Figura 33).

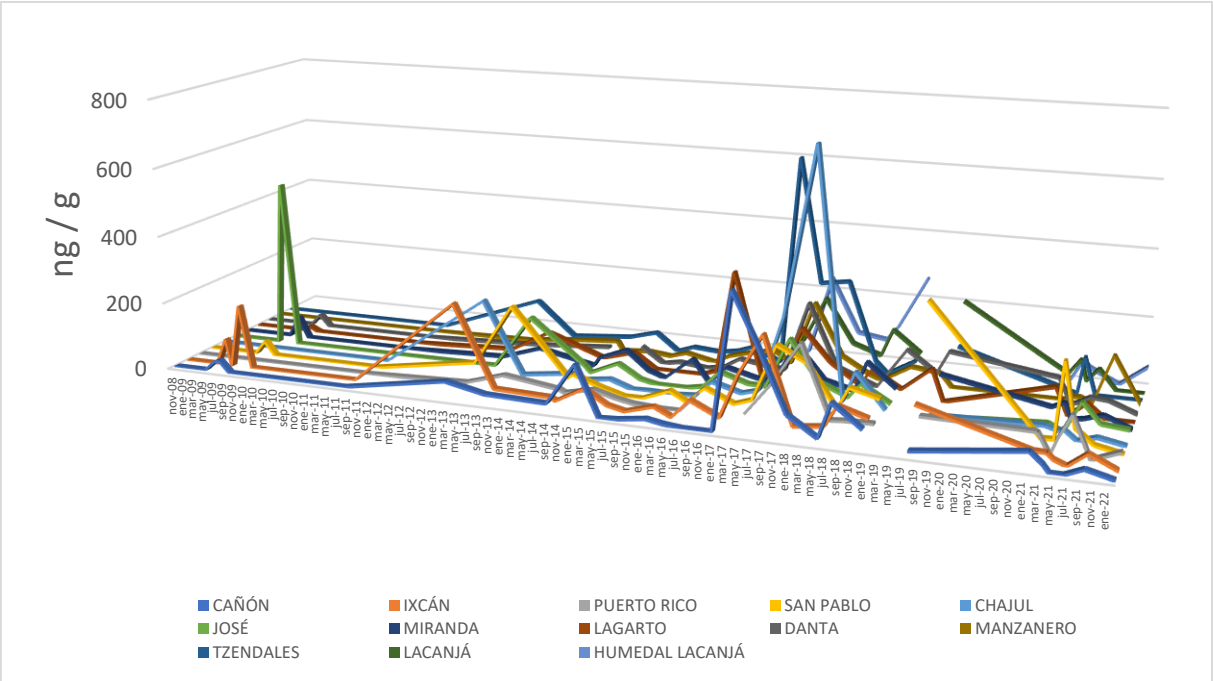


Fig. 33 Concentraciones plaguicidas fosforados registradas en los ecosistemas acuáticos estudiados durante el periodo 2008-2022.

Permetrina

Este plaguicida es utilizado en las campañas antipalúdicas que se llevan a cabo en forma periódica en la región. Las concentraciones registradas de este plaguicida fueron bajas y no ponen en riesgo la vida acuática (Figura 34).

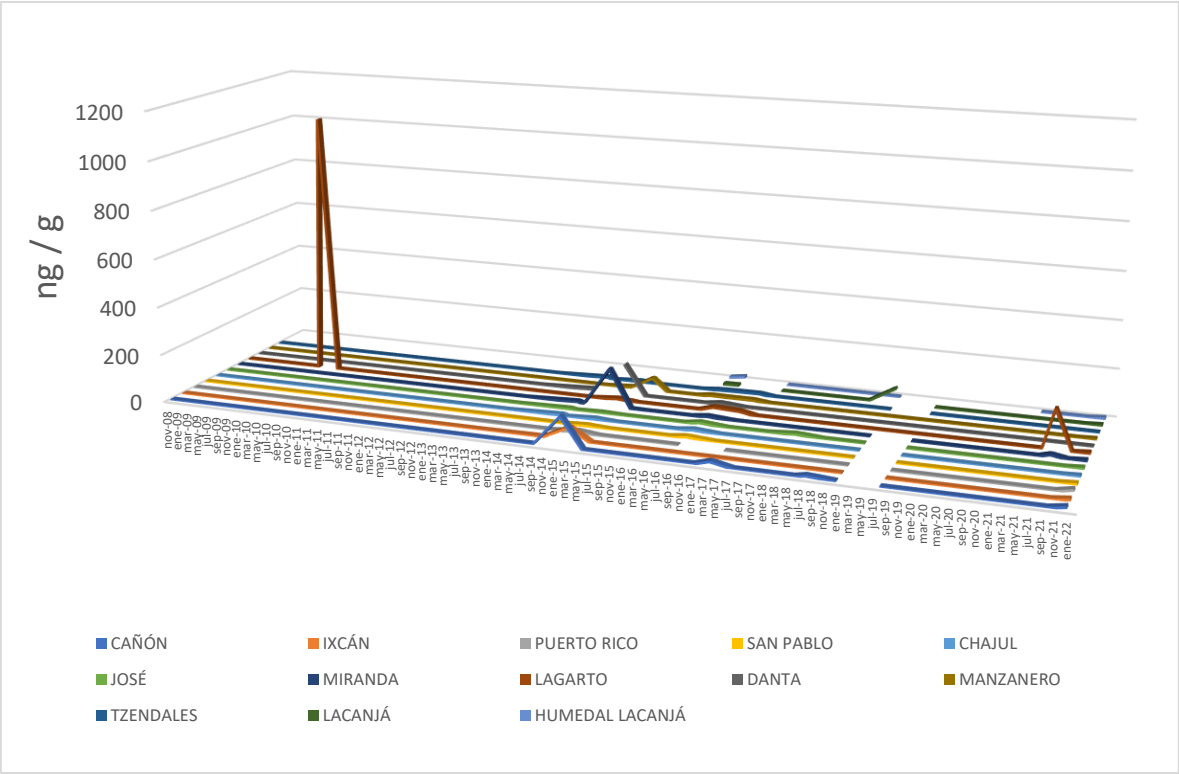


Fig. 34 Concentraciones permetrinas registradas en los ecosistemas acuáticos estudiados durante el periodo 2008-2022.

Acción 1.4 <u>Monitoreo del crecimiento de las poblaciones de especies acuáticas invasoras de alto impacto en el río Lacantún y sus tributarios y definir medidas de control</u>

I. Identificación y registro de características del hábitat de sitios de anidamiento de peces de la familia Loricariidae.
II. Tipificación y mapeo de las colonias de anidación en base al tipo y características de madrigueras que la conforman, y elaboración del mapa de sitios de anidación.
III. Determinar el ciclo de vida de loricariidos a través de madurez gonádica y características morfométricas.
IV. Diseñar y realizar acciones para controlar el crecimiento de las poblaciones de peces loricariidos.

Indicador de progreso comprometido: 100%; Indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Identificación y registro de características del hábitat de sitios de anidamiento de peces de la familia Loricariidae

Una especie se considera introducida cuando sobrevive y se reproduce en su nuevo rango de distribución y mantiene poblaciones autosustentables; se considera invasora cuando mantiene poblaciones autosustentables a lo largo de múltiples ciclos de vida, se dispersa a distancias considerables desde su sitio de introducción y sus poblaciones llegan a ser muy numerosas (Gozlan *et al.*, 2010; Richardson *et al.*, 2000). Y aunque solo una pequeña fracción de las especies introducidas se convierten en invasoras, se considera que son una de las principales causas de pérdida de la biodiversidad.

Las especies exóticas invasoras afectan directamente la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y a las especies nativas que en ellos habitan, especialmente las endémicas, provocan hibridación, competencia por alimento y espacio y depredación, además de ser consideradas vectores de introducción de parásitos y enfermedades (Aguirre & Mendoza-Alfaro, 2009; Courtenay Jr. & Williams, 1992; Courtenay & Stauffer, 1990; Goldburg *et al.*, 2001; Hamilton, 2002; Hopkins, 2001; Lassuy, 2000; MIT Sea Grant, 2002).

Los ambientes acuáticos son extremadamente sensibles a los efectos causados por especies invasoras, ya que aproximadamente el 40% de las extinciones de especies nativas en los ecosistemas acuáticos estuvieron relacionadas con la depredación, el parasitismo o la competencia provocada este tipo de especies (Pimentel *et al.*, 2001). Adicionalmente, las extinciones en los ambientes acuáticos, particularmente en los dulceacuícolas, son cinco veces mayores que aquellas que se registran en ambientes terrestres (Ricciardi & Rasmussen, 1999).

En los últimos veinte años, peces de la familia Loricariidae, han experimentado una gran expansión geográfica y proliferación de sus poblaciones en distintas cuencas hidrográficas

del país. En los sitios donde se establecen, los peces loricáridos pueden causar problemas de azolvamiento, re-suspensión de sólidos y erosión en reservorios y canales. Son especies muy competitivas debido a que presentan características que favorecen su establecimiento y propagación en ambientes naturales como las siguientes: una reproducción precoz y alta tasa de fecundación, son territoriales y agresivos, presentan altas tasas de crecimiento, ecológicamente son muy adaptables, ya que algunos son capaces de respirar aire atmosférico y al desplazarse en grandes cardúmenes dañan o arrancan la vegetación nativa, provocando la disminución del tamaño de las poblaciones de peces nativos y el desplazamiento de las especies que se alimentan principalmente de algas y detritus (Amador del Ángel & Wakida-Kusunoki, 2014).

La presencia de peces de la familia Loricariidae en ambientes acuáticos naturales en México fue registrada por primera vez en 1995 en el río Mezcala, en la cuenca del río Balsas (Guzmán A. & Barragán, 1997). En diversos sitios del país ha sido registrada la presencia de este tipo de peces, como la presa Infiernillo en los límites de los estados de Guerrero y Michoacán; en Tecpatán, Chiapas; en la cuenca del río Grijalva; en varias localidades cercanas a Villahermosa, Tabasco; en diversos sitios de la cuenca baja del río Usumacinta y sus vertientes; así como en la cuenca del río Palizada en el estado de Campeche (Amador-del Ángel *et al.*, 2009; Lozano-Vilano *et al.*, 2007; Rodiles-Hernández *et al.*, 2005; Wakida-Kusunoki *et al.*, 2007).

En los ecosistemas acuáticos localizados en la subcuenca del río Lacantún se ha registrado la presencia de especies acuáticas exóticas y también invasoras (Espinosa-Pérez, 2014; Gaspar-Dillanes, 1996; Lozano-Vilano *et al.*, 2007; Rodiles-Hernández *et al.*, 2005), y su presencia se encuentra asociada a ambientes degradados, en donde se presentan condiciones para que individuos de especies no nativas oportunistas puedan establecerse y en algunos casos propagarse.

Durante el período 2008-2019 se colectaron e identificaron taxonómicamente individuos pertenecientes a 14 especies exóticas: 2 helmintos parásitos, 3 moluscos acuáticos y 9 peces. Dentro de este último grupo, tres especies pertenecen a la familia Loricariidae, consideradas como invasoras de alto impacto.

Durante el periodo 2021–2022 se realizaron cinco recorridos a lo largo del río Lacantún y sus tributarios con el objetivo de realizar el registro y ubicación de colonias de anidación de peces de la familia Loricariidae sobre el cauce del río Lacantún y sus tributarios, desde el sitio conocido como el "Cañón del Colorado" hasta la comunidad de Quiringüicharo, a través de la realización de recorridos en lancha a una velocidad menor a 30 km/h a una distancia aproximada entre 5 a 10 metros de la orilla en tramos de hasta 20 kilómetros diarios, utilizando binoculares Bushnell 16 x 50 y registrando la posición geográfica inicial y final con un GPS Garmin *eTrex* (Figura 35).



Fig. 35 Registro y ubicación de colonias de anidación de peces de la familia Loricariidae en el río Lacantún y sus tributarios ubicados al sur de la RBMA durante el periodo 2020-2021.

A cada colonia de anidación que se registró se le asignó un número consecutivo y se procedió a realizar el conteo del número de madrigueras que conformaba a cada una de las colonias al momento de realizar su registro.

Del total de madrigueras observadas en cada una de las colonias, se seleccionaron el 30% de las cavidades al azar, a las cuales se tomaron las siguientes medidas: altura (de la base del túnel al punto más alto), ancho (longitud de la base del túnel) y longitud (de la entrada del túnel hasta el fondo). La profundidad de cada madriguera se registró introduciendo una vara o estaca que después se midió utilizando una cinta métrica.

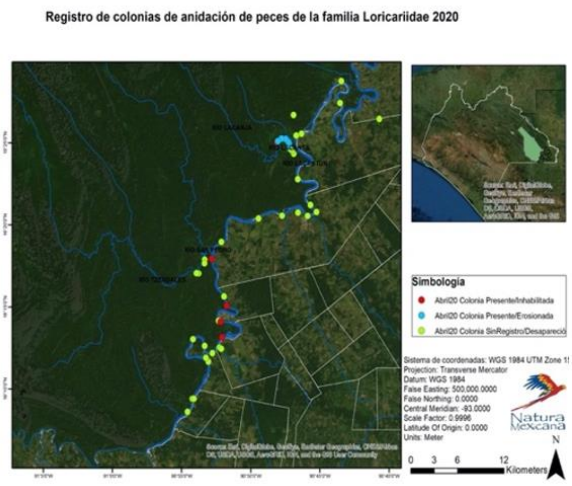
En el periodo 2021-2022 se registraron un total de 48 colonias de anidación de peces loricáridos en los ecosistemas acuáticos estudiados. Se elaboró una ficha de registro para cada una de ellas, las cuales contienen la caracterización ambiental del sitio, y el conteo y caracterización de las madrigueras que conformaban a cada una de las colonias al momento de su registro (Anexo 1.10).

II. Tipificación y mapeo de las colonias de anidación en base al tipo y características de madrigueras que la conforman, y elaboración del mapa de sitios de anidación

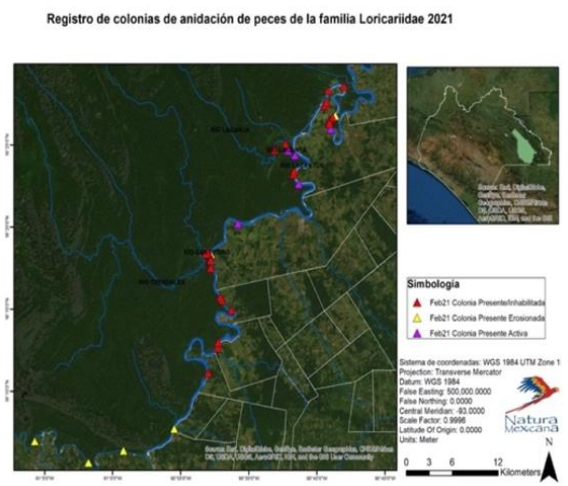
Con la información obtenida en los recorridos en lancha realizados durante el periodo 2020-2021, se elaboraron en total 18 mapas que con el apoyo de un Sistema de Información Geográfica en los que se muestra la distribución de las colonias de anidación de peces de la familia Loricariidae en los ecosistemas acuáticos estudiados a distintas escalas.

En el 2020 se elaboraron 6 mapas con los resultados del registro de colonias de anidación de peces loricáridos ubicadas en los ríos y arroyos estudiados. En 2021 se elaboraron 6 mapas adicionales con los registros de nuevas colonias de anidación identificadas a través de los trabajos de campo llevados a cabo en los primeros meses de ese mismo año. Finalmente, en el mes de mayo de 2022 se elaboraron 6 mapas más en donde se integraron todos los registros de colonias de anidación obtenidos en el periodo 2020-2021 (Figuras 36 a 41).

a)



b)



c)

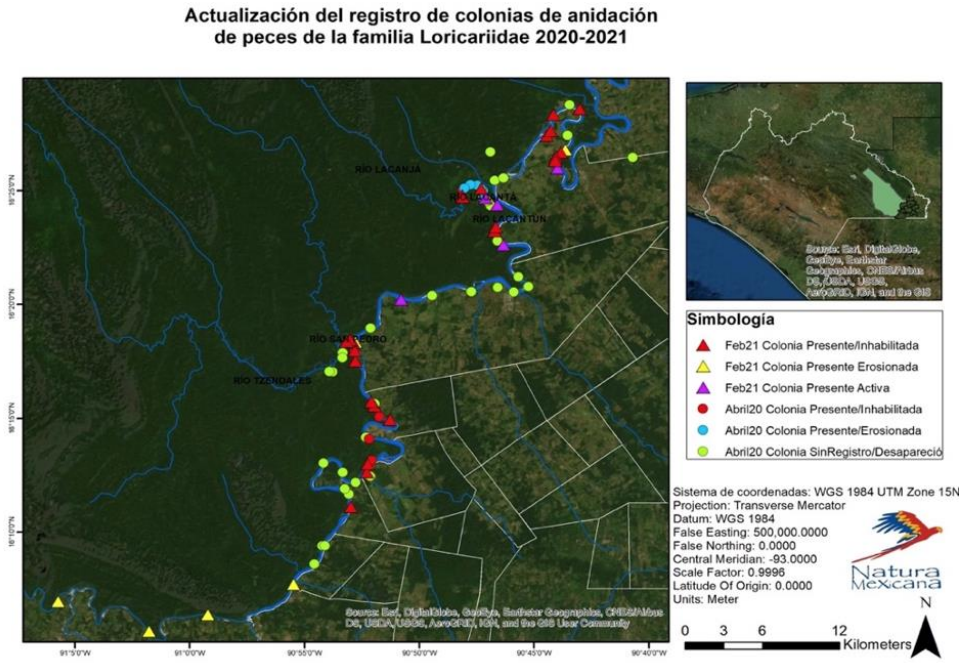
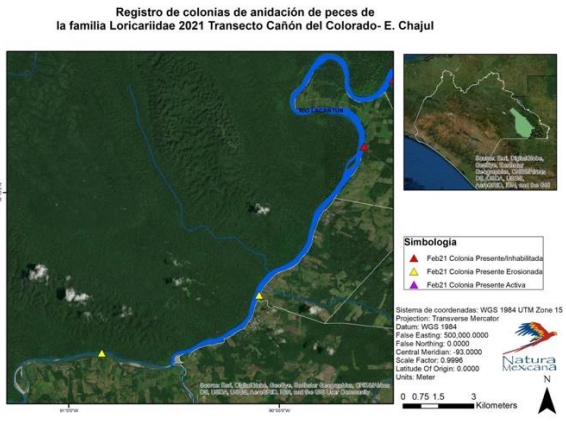


Fig. 36 a) Mapa de colonias de anidación de peces loricáridos censadas en el año 2020 en el cauce del río Lacantún y sus tributarios (escala 1: 135,000), b) Mapa de nuevas colonias de anidación registradas en el cauce del río Lacantún y sus tributarios en febrero de 2021 (escala 1: 135,000) y c) Actualización del mapa de registro de colonias de anidación de peces loricáridos en el río Lacantún y sus tributarios (escala 1: 135,000).

a)



b)



c)

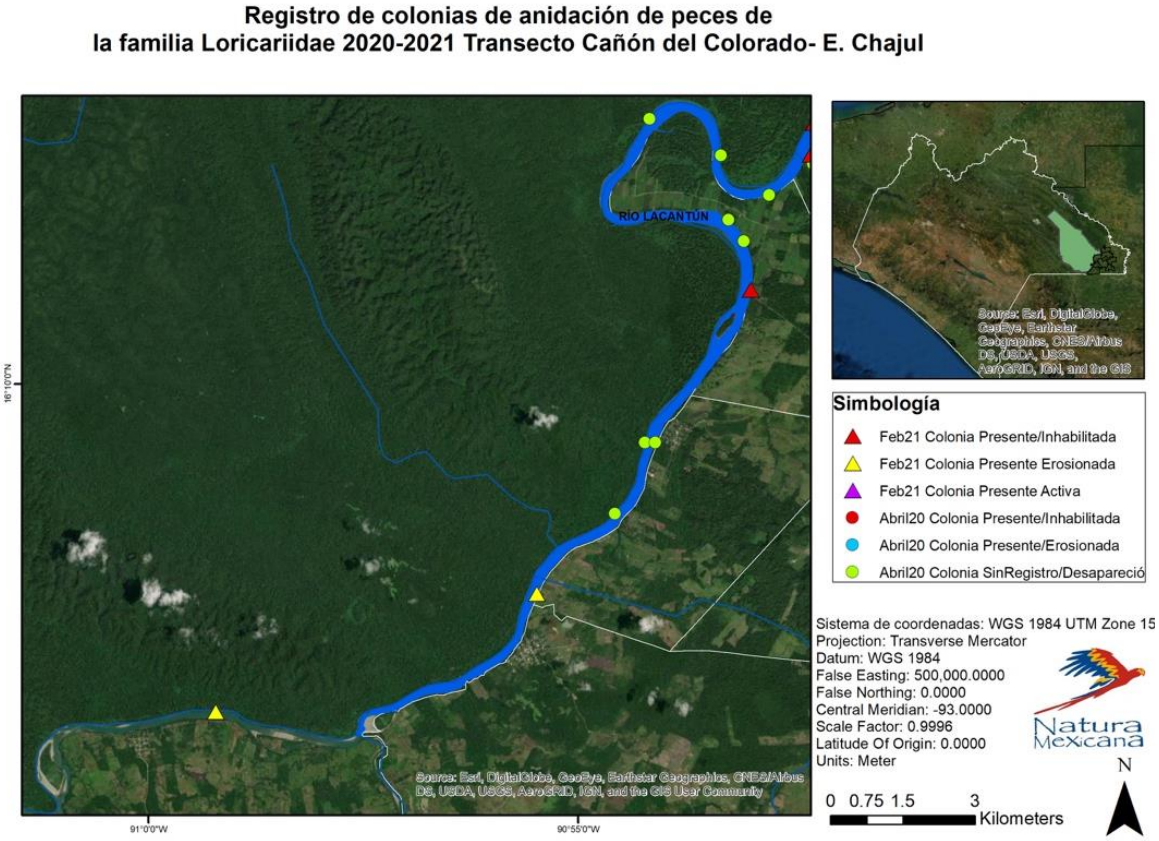
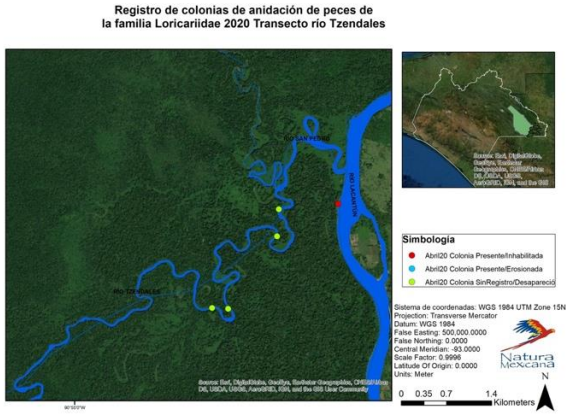
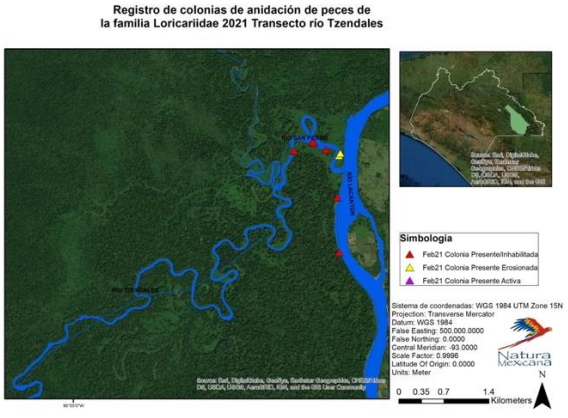


Fig. 37 a) Mapa de colonias de anidación de peces loricáridos censadas en el año 2020 el río Lacantún y sus tributarios en el transecto Cañón del Colorado–Chajul (escala 1: 60,000), b) Mapa de nuevas colonias de anidación registradas en febrero de 2021 en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto en el transecto Cañón del Colorado–Chajul (escala 1: 60,000) y c) Actualización del mapa de registro de colonias de anidación de peces loricáridos en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto Cañón del Colorado–Chajul (escala 1: 60,000).

a)



b)



c)

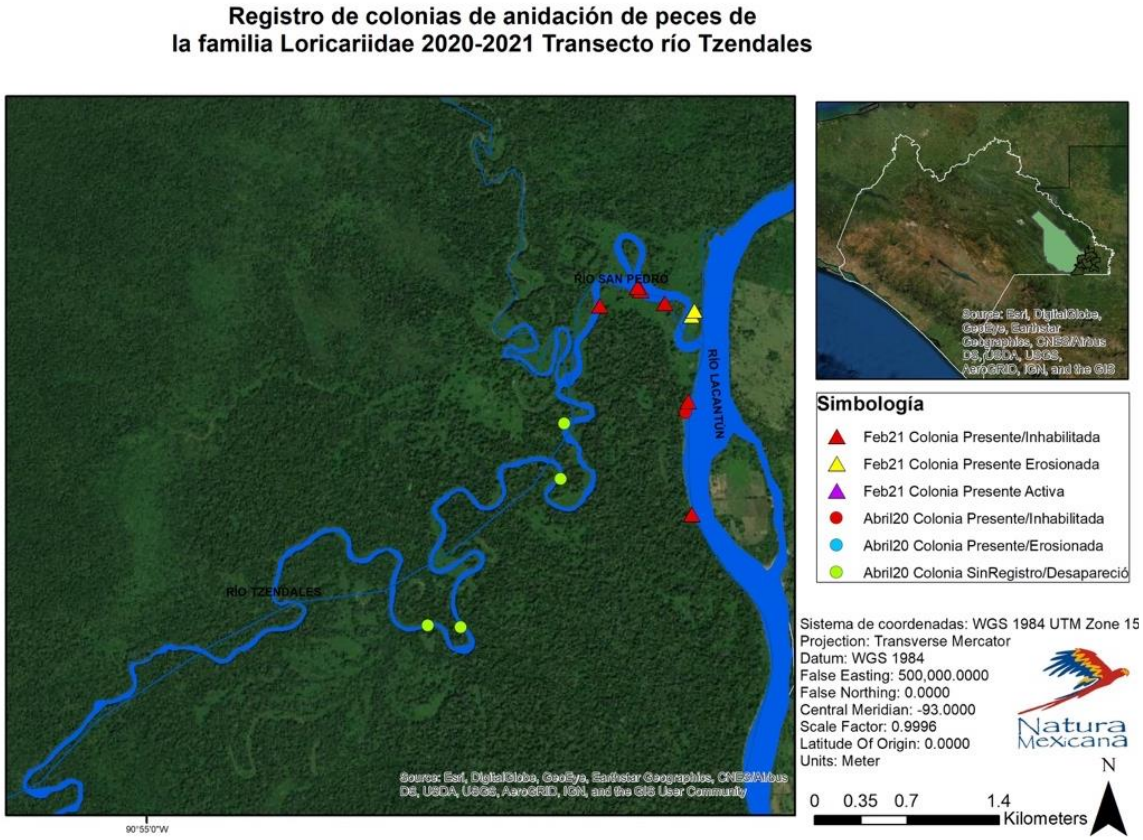
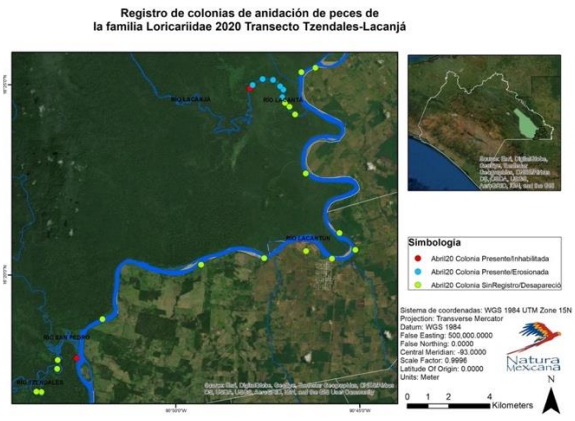
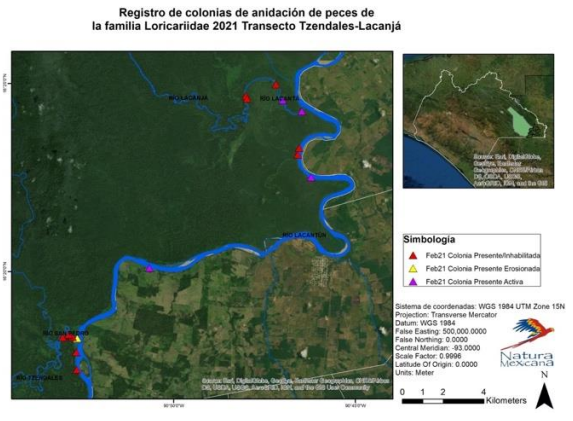


Fig. 38 a) Mapa de colonias de anidación de peces loricáridos censadas en el año 2020 el río Lacantún y sus tributarios en el transecto río Tzendales (escala 1: 10,000), b) Mapas de nuevas colonias de anidación registradas en febrero de 2021 en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto río Tzendales (escala 1: 10,000) y c) Actualización del mapa de registro de colonias de anidación de peces loricáridos en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto río Tzendales (escala 1: 10,000).

a)



b)



c)

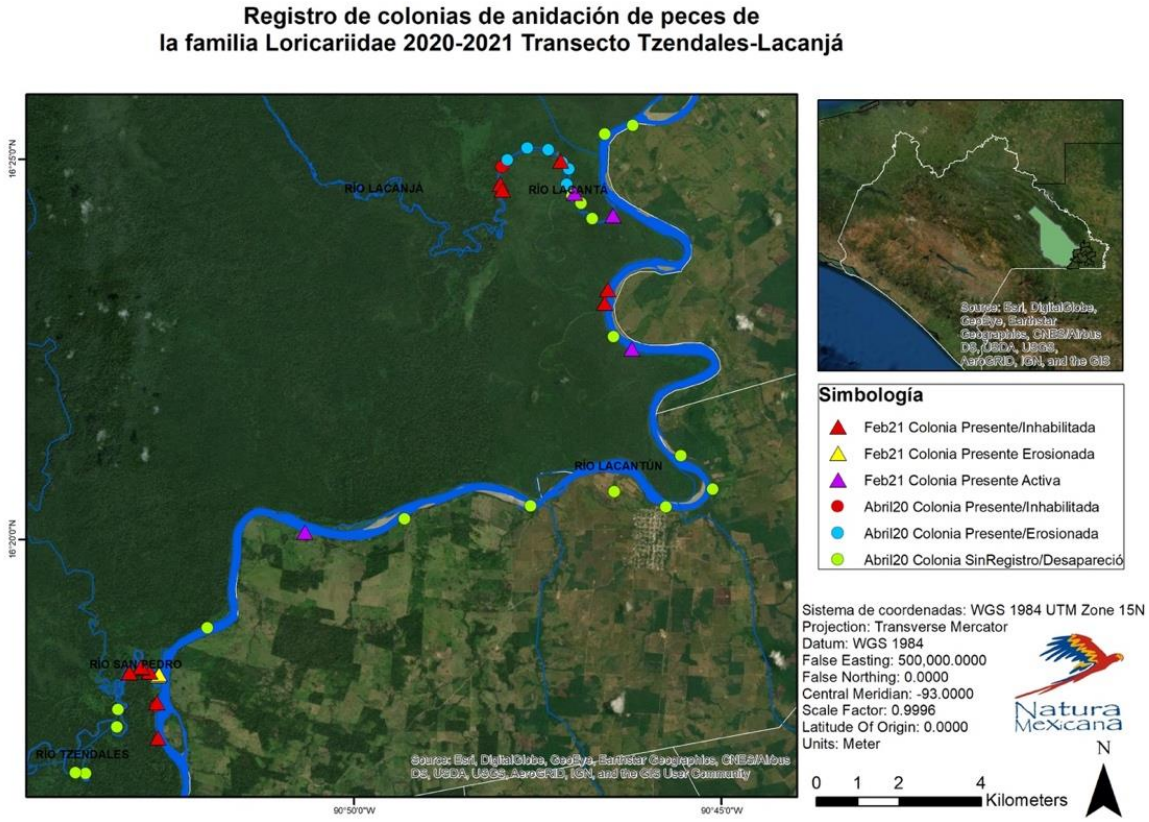
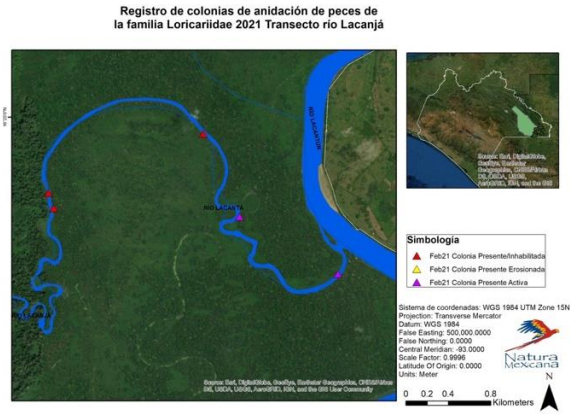
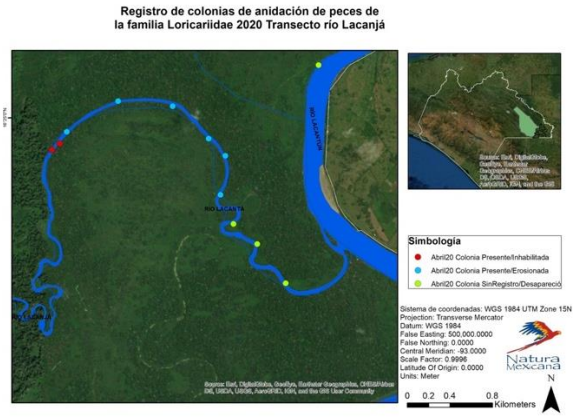


Fig. 39 a) Mapa de colonias de anidación de peces loricáridos censadas en el año 2020 el río Lacantún y sus tributarios en el transecto Tzendales – Lacanjá (escala 1: 30,000), b) Mapas de nuevas colonias de anidación registradas en febrero de 2021 en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto Tzendales - Lacanjá (escala 1: 30,000) y c) Actualización del mapa de registro de colonias de anidación de peces loricáridos en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto Tzendales – Lacanjá (escala 1: 30,000).

a)



b)



c)

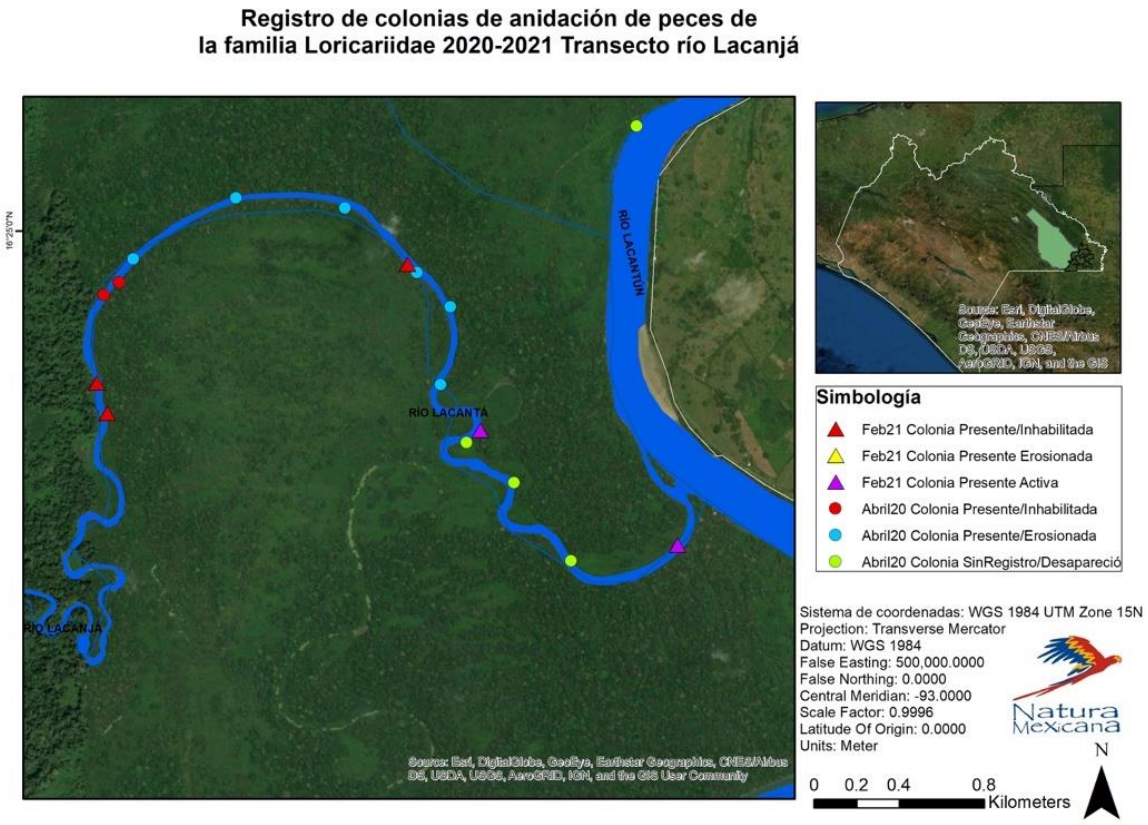
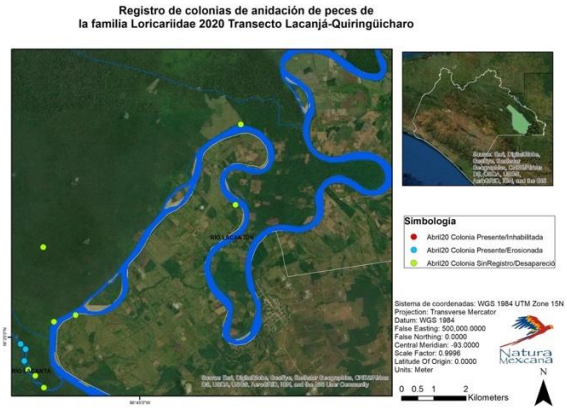
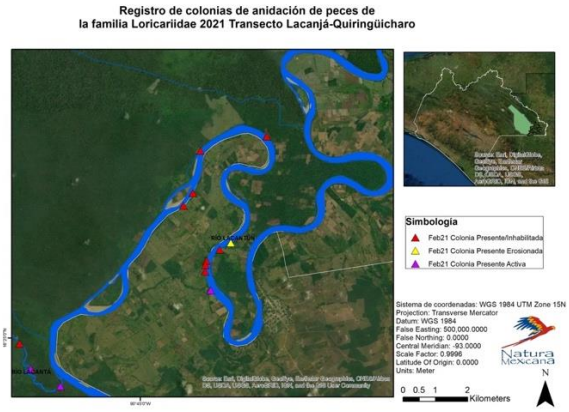


Fig. 40 a) Mapa de colonias de anidación censadas en 2020 en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto río Lacanjá (escala 1: 9,000) b) Mapa de nuevas colonias de anidación registradas en febrero de 2021 en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto río Lacanjá (escala 1: 9,000) y c) Actualización del mapa de registro de colonias de anidación de peces loricáridos en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto río Lacanjá (escala 1: 9,000).

a)



b)



c)

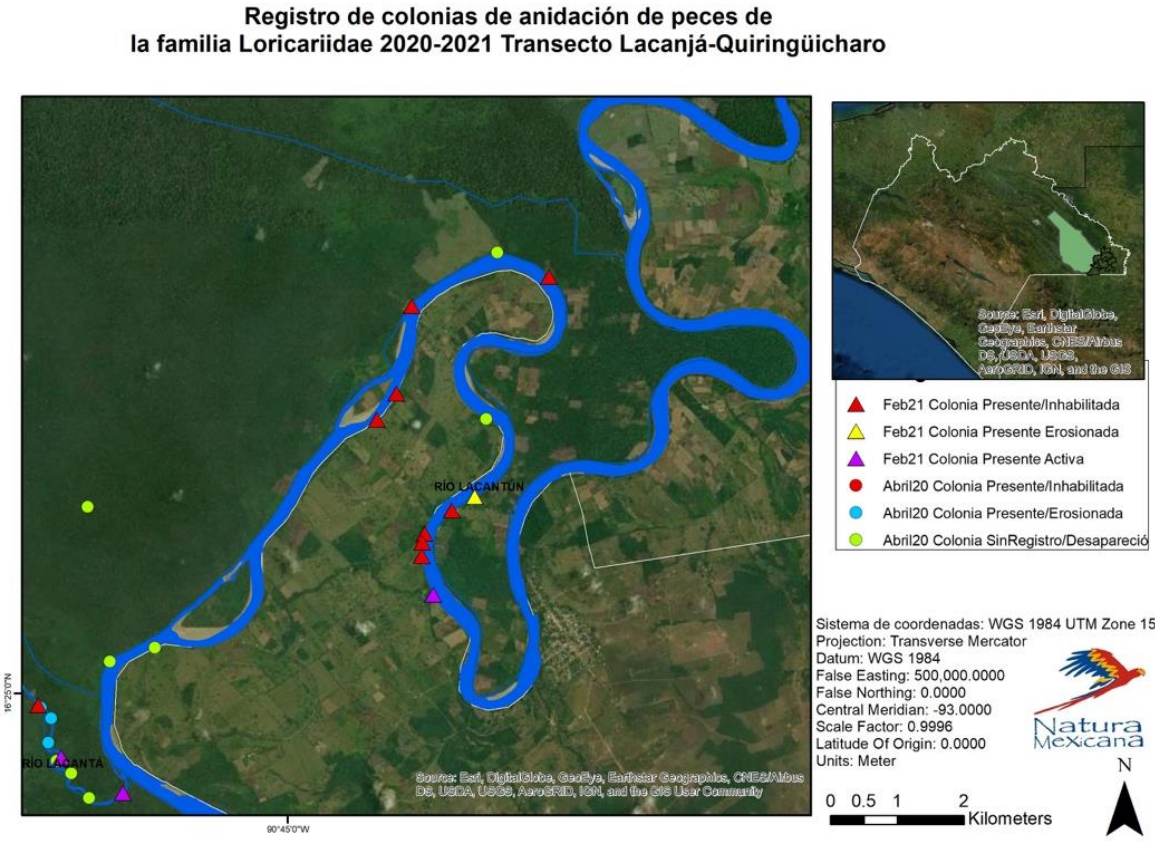


Fig. 41 a) Mapa de colonias de anidación de peces loricáridos censadas en el año 2020 el río Lacantún y sus tributarios en el transecto Lacanjá – Quiringüicharo (1: 27,000), b) Mapa de nuevas colonias de anidación registradas en febrero de 2021 en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto Lacanjá – Quiringüicharo (1: 27,000) y c) Actualización del mapa de registro de colonias de anidación de peces loricáridos en el río Lacantún y sus tributarios en el transecto Lacanjá – Quiringüicharo (1: 27,000).

III. Determinar el ciclo de vida de loricariidos a través de madurez gonádica y características morfométricas

El conteo y caracterización de las madrigueras, permitió determinar que los peces deben alcanzar un tamaño mínimo para poder incorporarse a las colonias de anidación, preferentemente en la parte superior de ésta, que es la zona más vulnerable a los efectos causados por los cambios del nivel de inundación que presentan los ambientes acuáticos a lo largo del año. En contraste a esta situación los peces de mayor edad y talla ocupan la parte baja de la colonia que es la más estable desde el punto de vista hidrológico.

Los registros de biometría y de determinación de la madurez gonadal de los peces loricáridos que fueron colectados durante el periodo 2021-2022 (Figuras 42 y 43), permitieron determinar el ciclo reproductivo que presenta este tipo de peces en la zona de estudio, el cual

fue analizado en conjunto con el comportamiento climático (precipitación y temperatura) promedio que se registró en la región durante los últimos 10 años (Figura 44).



Fig. 42 Captura de peces de la familia Loricariidae durante el periodo 2021 – 2022 para el registro de datos biométricos y la determinación de madurez gonadal.



Fig. 43 Registro de datos biométricos y determinación del desarrollo gonadal de peces de la familia Loricariidae colectados en el rio Lacantún y sus tributarios en el periodo 2021-2022.

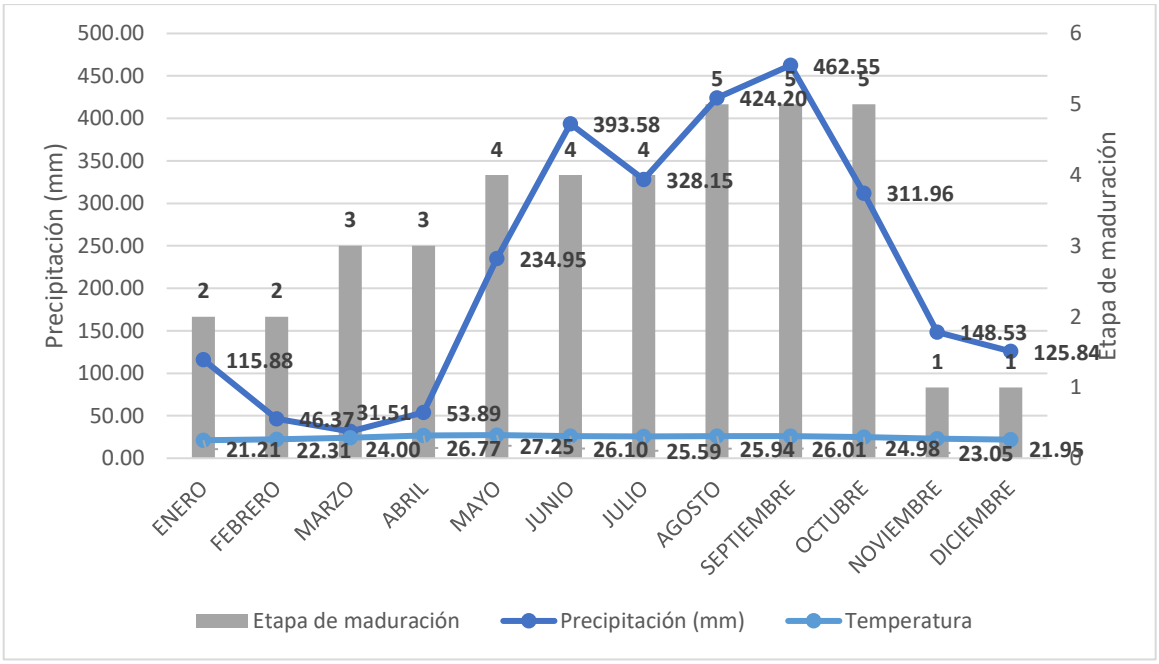


Fig. 44 Ciclo reproductivo de los peces loricáridos que habitan el río Lacantún y sus tributarios, determinado con la información obtenida de los individuos colectados durante el periodo 2020-2021.

El análisis de la información sugiere que la época reproductiva de los peces loricáridos coincide con la época de estiaje, y al inicio de la temporada de lluvias los juveniles migran hacia áreas que les sirve de resguardo como los humedales y áreas de los ríos en donde se presenta baja velocidad de corriente, con presencia de vegetación acuática (fanerógamas), en donde continúan su desarrollo hasta alcanzar el tamaño y condición física que requieren para incorporarse a las colonias de anidación donde alcanzan su madurez sexual.

Los parámetros morfométricos registrados de los peces colectados fueron utilizados para realizar la identificación taxonómica de éstos, determinando que en los ecosistemas acuáticos estudiados se han logrado establecer y propagar solo dos especies de peces de la familia Loricariidae: *Pterygoplichtys disjunctivus* y *Pterygoplichtys pardalis*, lo cual fue corroborado a través de la realización de análisis de ADN.

IV. Diseñar y realizar acciones para controlar el crecimiento de las poblaciones de peces loricariidos

Los métodos convencionales de control del crecimiento de peces loricáridos en distintos sitios del país como por ejemplo la electropesca o el uso de redes, han demostrado ser eficaces para el control de estas poblaciones. Sin embargo, su uso puede provocar la captura incidental de diversas especies nativas y como consecuencia afectar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

Con el análisis de la información obtenida sobre el hábitat, épocas de reproducción y crecimiento de peces de la familia Loricariidae, se diseñó una estrategia para controlar el crecimiento de sus poblaciones, aprovechando la vulnerabilidad que se presentan durante el período de ovoposición y cuidado parental que suele ocurrir durante los meses de abril a julio y que coinciden con la época de estiaje y el principio de la temporada de lluvias (Figura 45).

Los peces de la familia Loricariidae se caracterizan por presentar una reproducción precoz cuyos hábitos de anidación y cuidado parental facilitan una alta tasa de supervivencia. La anidación consiste en cavar galerías de más de un metro de longitud que finalizan en una bóveda más amplia que la entrada en donde las hembras depositan paquetes de cientos de huevos envueltos en una masa gelatinosa externa. El macho fertiliza los huevos y resguarda la entrada de la madriguera oxigenándola con el aleteo de su aleta caudal, brinda protección a los huevos y cuando eclosionan continúa cuidando a las crías hasta que reabsorben el saco vitelino y salen de la madriguera para buscar alimento.

Durante esta fase del ciclo de vida los peces loricáridos son muy vulnerables, ya que no cuentan aún con sus principales defensas (coraza ósea y fuertes espinas), por lo que estar fuera de las madrigueras les puede ocasionar una alta mortalidad por depredación.

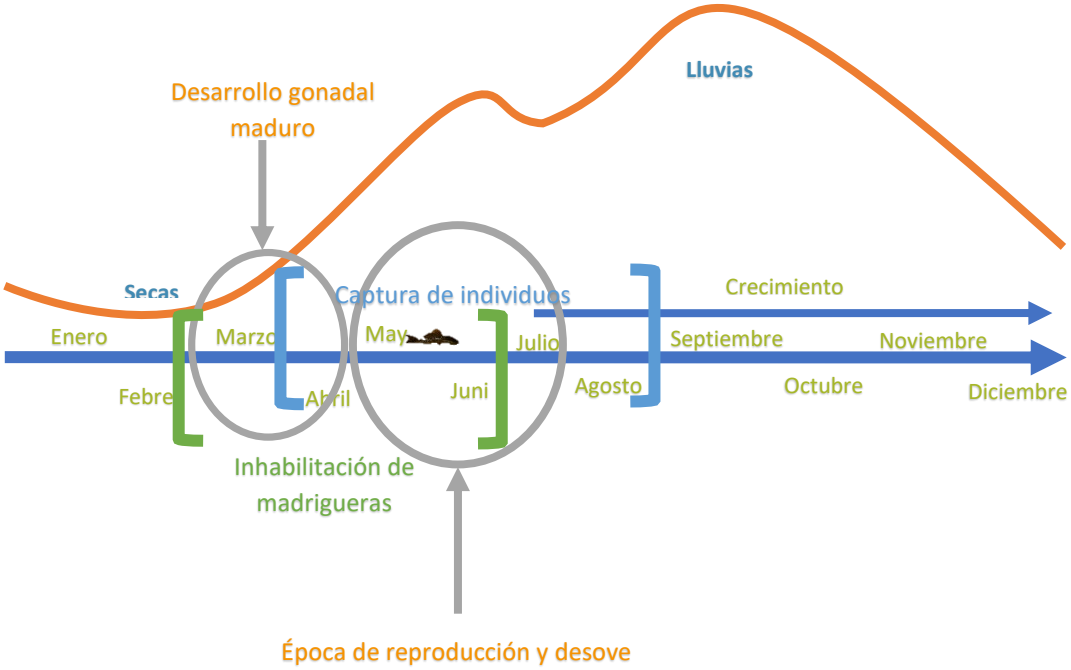


Fig. 45 Identificación de épocas de alta vulnerabilidad de peces loricáridos a lo largo de su ciclo de vida.

Tomando en cuenta esta situación, se diseñó una técnica para inhabilitar las madrigueras de anidación de peces loricáridos utilizando materiales pétreos de la región con el fin de bloquear sus accesos durante la época de estiaje (Figuras 46 a 48), provocando que el desove de las hembras y la fertilización por parte de los machos se lleve a cabo fuera de las madrigueras, rompiendo así el cuidado parental y dejando en una situación de alta vulnerabilidad a la depredación a los huevos (Figura 49).



Fig. 46 Colecta de arena, cantos rodados y rocas utilizadas en la inhabilitación madrigueras de peces loricáridos en junio de 2021.

a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



Fig. 47 Inhabilitación de madrigueras en colonias de anidación de peces loricáridos en el río Lacanjá en junio del 2021(a, b, c y d) y marzo del 2022 (e, f, g y h).



Fig. 48 Inhabilitación de madrigueras en colonias de anidación de peces loricáridos en el río Lacanjá en mayo del 2022.

Durante el periodo 2020-2021 se llevó a cabo la inhabilitación de 602 madrigueras ubicadas en las 48 colonias censadas, evitando la incorporación de aproximadamente 500,000 individuos a las poblaciones de peces loricáridos que habitan en el río Lacantún y sus tributarios.

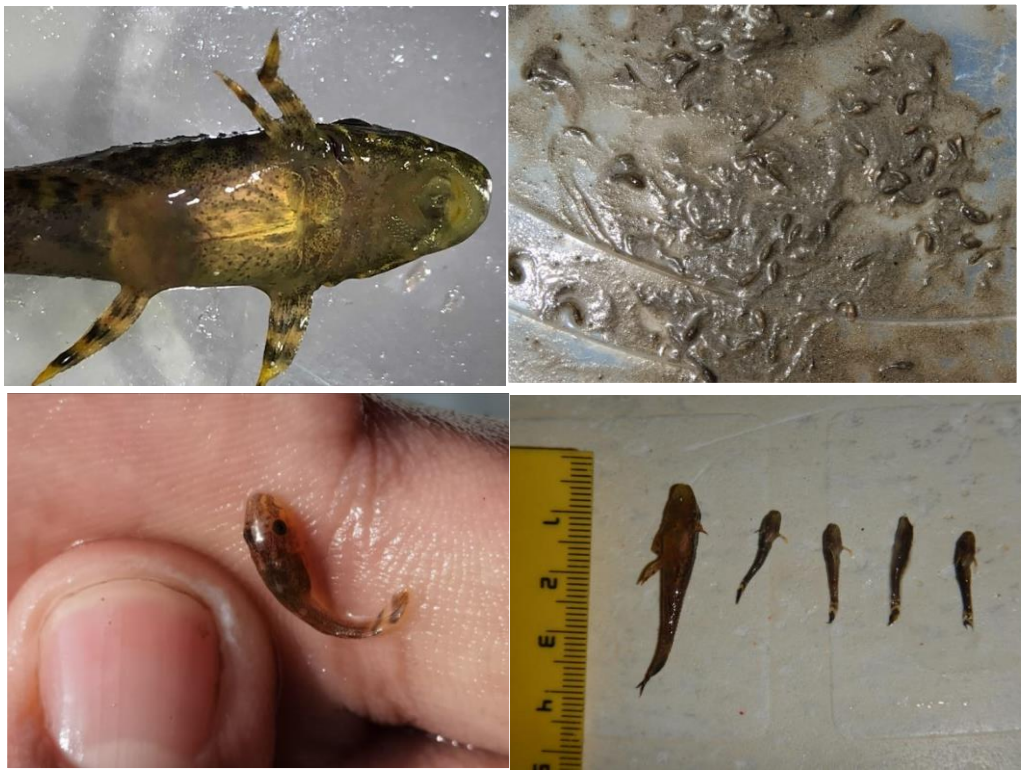


Fig. 49 Juveniles de peces loricáridos capturados en áreas aledañas a colonias de anidación inhabilitadas en junio de 2021.

Adicionalmente, durante la época de estiaje se realizó el retiro de 58 adultos fértiles de peces loricáridos, con el fin de romper el ciclo reproductivo y con ello evitar la ovoposición de 50,000 huevos de este tipo de peces que habitan en el río Lacantún y sus tributarios (Figura 50).



Fig. 50 Adultos fértiles retirados de madrigueras de anidación en marzo de 2022.

Otra actividad llevada a cabo para controlar el crecimiento de las poblaciones de peces loricáridos fue realizar la captura de peces adultos durante la fase de cuidado parental, en distintas colonias de anidación ubicadas en los ríos Lacanjá y Tzendales, utilizando puyas

fabricadas con varillas de acero de ½ pulgada de 1.2 a 1.5 metros de largo con un mango en forma de “T” para mejorar su agarre, que fueron diseñadas para capturar este tipo de peces y que dieron resultados muy positivos (Figuras 51 y 52).



Fig. 51 Captura de peces loricáridos adultos con el uso de puya durante el periodo de cuidado parental en el río Lacanjá en junio del 2021.



Fig. 52 Captura de peces loricáridos adultos con el uso de puya de acero durante el periodo de cuidado parental en mayo del 2022.

En los meses de junio 2021 y mayo 2022 se llevó a cabo la captura de 25 peces adultos durante la fase de cuidado parental en distintas colonias de anidación ubicadas en los ríos Lacanjá y Tzendales, evitando la incorporación de las crías de 25 madrigueras a las poblaciones de este tipo de peces existentes en ambos ríos.

Se plantea la hipótesis a partir de las pruebas piloto que la extracción de hembras grávidas y machos en cuidado parental afecta la época de desove y reproducción, rompiendo el ciclo de vida que llevaría a la disminución de la población de esta especie invasora y eventualmente a su control.

Las actividades diseñadas para controlar el crecimiento de las poblaciones de peces loricáridos que habitan en los ecosistemas acuáticos estudiados fueron apoyadas por habitantes que viven en las comunidades de MC, especialmente estudiantes de nivel medio y bachillerato a quienes previo a su participación en este tipo de actividades, se les impartieron 3 talleres llevados a cabo en dos comunidades con la participación de 73

personas, en los que se les brindó información sobre la importancia que tiene el monitoreo de los ecosistemas acuáticos, así como el impacto que causan las especies acuáticas invasoras, específicamente los peces loricáridos. Además, se dieron a conocer las estrategias diseñadas por el equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos para controlar el crecimiento de las poblaciones de este tipo de peces que habitan los ríos y arroyos estudiados (Figura 53).

a)



b)



c)



d)



e)



f)



Fig. 53 Talleres impartidos en la comunidad de Galacia (a y b) y telesecundaria del ejido Boca de Chajul (c y d,) en junio del 2021 y la secundaria ubicada en el ejido Playón de la Gloria en enero de 2022 (e y f).

Acción 1.5 <u>Integración y análisis de la información de ecosistemas acuáticos para la evaluación de su estado de conservación</u>

I. Identificar los cambios en la estructura y funcionamiento (especies acuáticas bioindicadoras, calidad del agua, contaminantes y especies acuáticas invasoras) del río Lacantún y sus tributarios estudiados.
II. Evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos a través de los Índices Simplificados de Calidad del Agua y de Integridad Biótica.
III. Elaborar cartografía de localización de las áreas de anidación de especies acuáticas invasoras de alto impacto y recomendaciones para controlar su crecimiento.
IV. Elaborar recomendaciones para la conservación, recuperación, y manejo sustentable del río Lacantún y sus tributarios estudiados.

I. Identificar los cambios en la estructura y funcionamiento (especies acuáticas bioindicadoras, calidad del agua, contaminantes y especies acuáticas invasoras) del río Lacantún y sus tributarios estudiados.

Para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos estudiados, y los posibles cambios en su estructura y funcionamiento, se analizaron los resultados obtenidos en los estudios de especies acuáticas bioindicadoras, de calidad del agua, de contaminantes y de especies acuáticas invasoras.

Para poder identificar estos posibles cambios se reunieron en el análisis, además de los tres años de muestreo de este proyecto, los datos recabados continuamente a lo largo de más de diez años de estudio de la zona, dando de esta manera resultados que muestran el comportamiento de estos ecosistemas acuáticos y su calidad ambiental, logrando diferenciar estos resultados en el tiempo, dependiendo de las características de cada punto de muestreo, en particular su ubicación, dentro de la RBMA o fuera de ella.

El resultado de la colecta, identificación, sistematización y análisis de las especies acuáticas indicadoras contribuyó a ampliar el conocimiento de los cuatro grupos biológicos estudiados: helmintos parásitos de peces, moluscos acuáticos, crustáceos y peces, reuniendo información del año 2010 a 2022.

El alto número de especies de helmintos parásitos de peces que fue registrado, el descubrimiento de nuevas especies que se han documentado desde el inicio de este monitoreo y la presencia de especies endémicas refleja la importancia de la diversidad helmintológica que habita el río Lacantún y sus tributarios, así como su buen estado de conservación. Debido a que los helmintos tienen un ciclo de vida complejo que en muchos casos depende de varios hospederos para completarlo, una alta diversidad de este grupo permite saber de manera indirecta la existencia de otras especies en los ecosistemas acuáticos, por lo que su estudio es un buen indicador de la salud ambiental (Salgado-Maldonado & Pineda-López, 2003).

El río Lacantún y sus tributarios contienen la mayor diversidad de moluscos dulceacuícolas que se conoce en México, lo que demuestra la buena calidad ambiental de estos ecosistemas acuáticos.

Las especies de crustáceos registradas se encuentran asociadas a ambientes acuáticos en buen estado de conservación. La distribución de las especies de langostino de desarrollo abreviado y de las de desarrollo extendido sugiere que las condiciones ecológicas en el área de confluencia del río Tzendales con el río Lacantún son diferentes.

Las 71 especies de peces registradas en el río Lacantún y sus tributarios representan una de las ictiofaunas más diversas de aguas continentales del país. En esta porción del territorio nacional habita más de 14% de las 510 especies de agua dulce que han sido registradas hasta el momento en México. Sin embargo, dos amenazas han sido detectadas y han ido aumentando en los últimos años: la presencia de especies no nativas e invasoras que pone en riesgo a la diversidad de la fauna acuática nativa y la estructura y funcionalidad de los ecosistemas acuáticos, y la fragmentación de los ambientes terrestres vinculados a los acuáticos que provoca la disminución de los índices de diversidad y abundancia de los peces.

La información obtenida de todos los grupos biológicos sirvió para evaluar la calidad ambiental de los diferentes sitios de muestreo y detectar potenciales amenazas a la fauna acuática nativa. En general la mayoría de los sitios evaluados mostraron una buena calidad, a excepción de 3 sitios localizados fuera de la RBMA que mostraron una calidad regular que puede estar asociada a las actividades humanas. El análisis de Riqueza Específica realizado en estos tres años del proyecto muestra que el 79% de los ríos y arroyos estudiados se encuentran en la categoría de buena calidad ambiental, el 21% con calidad ambiental regular y ninguno con pobre calidad ambiental. Esto muestra una diferencia con lo encontrado en 2015 cuando se registraron ambientes acuáticos de calidad ambiental pobre.

Por su lado, la evaluación de la calidad fisicoquímica del agua brinda información para determinar el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos o para evaluar el grado de perturbación, si fuera el caso. Para este proyecto se reunieron valores registrados desde 2008 para temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto, mostrando, a lo largo de todos estos años, que los valores registrados en general se encuentran dentro de los parámetros aceptables y que no ponen en riesgo las formas de vida de los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, durante los últimos diez años la temperatura del agua ha registrado un aumento lento pero constante en los sitios de muestreo, sobre todo en las estaciones fuera de la RBMA.

Asimismo, en cuanto a las concentraciones promedio registradas de iones inorgánicos: amonio, fósforo, nitratos, nitritos, cloruros y sulfatos, se encontró que en ninguna de las estaciones de muestreo ponen en riesgo la vida acuática.

Por otro lado, aun cuando en años anteriores (2010, 2013 y 2018) se había detectado la presencia de Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares, a partir de 2021 ya no se presentaron.

Los registros de plaguicidas y herbicidas se presentan en la mayoría de los casos en forma ocasional y sin rebasar los límites aceptables para permitir la presencia de la vida acuática. Las concentraciones de permetrina registradas fueron bajas; las concentraciones de DDT y DDE fueron encontradas en forma extraordinaria y temporal y se pueden atribuir a la remoción de sedimentos a causa de las avenidas extraordinarias de agua debido a fenómenos naturales como fuertes lluvias, ciclones y huracanes en 2010 y 2020. No se registró la presencia de metales pesados en sedimentos de los ecosistemas acuáticos en la zona de estudio.

Sin embargo, preocupa el aumento de concentraciones de pesticidas organoclorados y organofosforados que empezaron a registrarse en 2016 y han aumentado su presencia en número de sitios y en concentración, fundamentalmente en las estaciones de muestreo fuera de la RBMA, atribuibles al uso de agroquímicos en el municipio Marqués de Comillas. Los efectos toxicológicos de estos pesticidas van desde la muerte y cambios fisiológicos de las especies, hasta afectaciones a la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos estudiados.

En conclusión, el monitoreo de las características fisicoquímicas del agua y la identificación y determinación del comportamiento de contaminantes llevado a cabo en los ecosistemas acuáticos de la subcuenca del río Lacantún durante el periodo 2008-2022 mostraron, al igual que el estudio a través de bioindicadores, que el agua de dichos ecosistemas continúa siendo en general de buena calidad.

En cuanto a las especies acuáticas invasoras identificadas se encontraron tres especies de la familia Loricariidae que representan una amenaza para la fauna acuática nativa, dos de las cuales se han propagado en esta zona. A pesar de la amenaza que representan, la velocidad de crecimiento es menor a la que se presenta en otros cuerpos de agua del país, atribuible al buen estado de conservación de los ambientes acuáticos de la región. El buen estado de conservación de estos ecosistemas les permite tener una alta resiliencia y evitar la rápida propagación de las poblaciones de estas especies invasoras, por lo que es fundamental mantener el buen estado de conservación y buscar revertir el deterioro de ríos y arroyos en territorio de las comunidades de la zona. La determinación de su ciclo de vida y el diseño de acciones para controlar su crecimiento, proporcionan elementos para avanzar en el control de estas poblaciones de loricáridos, siendo imprescindible la incorporación de autoridades ambientales y las comunidades de la región en estas tareas.

Los resultados finales de este estudio, tomando en cuenta las evaluaciones de calidad del agua a través de especies acuáticas indicadoras, análisis fisicoquímicos y de contaminantes, y el análisis del impacto de especies acuáticas invasoras muestran que los ecosistemas acuáticos estudiados se encuentran en buen estado de conservación, sin embargo, persisten amenazas a la integridad de estos ecosistemas. Los índices de calidad del agua y de integridad biótica aplicados indican lo anterior, como se expone en el apartado II de esta Acción. En el

inciso IV se presentan las recomendaciones para la conservación, recuperación, y manejo sustentable del río Lacantún y sus tributarios estudiados.

La información obtenida identifica amenazas puntuales que podrían estar afectando la integridad de estos ecosistemas, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones para su conservación y manejo.

II. Evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos a través de los Índices Simplificados de Calidad del Agua y de Integridad Biótica.

Índice Simplificado de Calidad del Agua (ISCA)

Utilizando toda la información recabada durante el periodo de monitoreo se determinó el Índice Simplificado de Calidad del Agua (ISCA) (Devendra 2014, Davies 2006), un valor adimensional obtenido a partir de 23 parámetros procesados mediante ecuaciones lineales, de los cuales nueve son considerados básicos y 14 complementarios:

Fórmula aplicada para determinar el Índice Simplificado de la Calidad del Agua:

$$\text{ICG (Índice de calidad general)} = \sum [F1 \cdot (Ki) \cdot F2 \cdot (Ki)]$$

Donde: F1 es la función que transforma el valor analítico de cada parámetro en un valor adimensional. Se obtiene de esta forma el nivel de calidad (Qi); Ki es el valor analítico de cada parámetro, siendo i = 1, 2, 3… 23; y F2 es la función que pondera la influencia de cada parámetro en el global del índice. Se obtiene así el peso específico de cada parámetro (Pi):

$$Pi = [(1 / ai) / \sum (1 / ai)]$$

siendo ai = 1 (muy importante), hasta ai = 4 (poco importante).

$$ISCA = T\ (A + B + C + D + E + F + G)$$

Donde: T es la temperatura del agua (en º C) (puede tomar valores comprendidos entre 0.8 y 1, según el valor de cambio que sufra en función del tiempo); A es la demanda química orgánica según la oxidabilidad al permanganato (DQO-Mn en mg/l); B son los sólidos en suspensión totales (SST en mg/l) (puede tomar valores comprendidos entre 0 y 25); C es el oxígeno disuelto (O^2 en mg/l) (puede tomar valores comprendidos entre 0 y 25); D es la conductividad (CE en µs/cm a 18ºC), si la conductividad se mide a 25ºC, para obtener la conversión a 18ºC se multiplicará por 0.86 (puede tomar valores comprendidos entre 0 y 20; este valor es equivalente a STD; E son los nitratos (puede tomar valores comprendidos entre 3 y 97); F son los fosfatos (puede tomar valores comprendidos entre 4 y 7); y G es la turbidez (puede tomar valores de 17 a 96).

Se aplicó un factor de ponderación dependiendo de la importancia de cada parámetro en la calidad del agua (Tabla 12):

Tabla 12. Factores de ponderación utilizados.

Factor	Peso específico
Sólidos totales	**0.07**
Oxígeno disuelto	0.17
Coliformes fecales	0.16
pH	0.11
DBO	0.11
Cambio T ºC	0.1
Fosfato	0.1
Nitratos	0.1
Turbidez	0.08

En el caso del estudio basal realizado en la cuenca del Lacantún se dejaron fuera los valores de coliformes fecales (por la imposibilidad de llevar a cabo la determinación del parámetro, además de considerar el hecho que en la región existe una baja densidad poblacional) y la demanda biológica de oxígeno (no evaluado por razones similares a las de los coliformes).

El Índice Simplificado de Calidad del Agua establece un rango entre 0 y 100 y entre más elevado es el valor del índice, mayor es la calidad del agua.

Con el fin de evaluar la calidad del agua de los ríos y arroyos utilizando los resultados obtenidos se determinó el Índice Simplificado de Calidad del Agua ISCA (Devendra 2014) (Davies 2006), como se indica en la Acción 1.4.

Los criterios de calidad de agua que se emplearon en el presente estudio son los propuestos por Canadian Water Quality Guideline-Water Quality Index (CCME-WQI), que establecen como Excelente un ISCA de entre 95-100, Buena un ISCA de entre 80 y 94, Razonable un ISCA de entre 60 y 79, Marginal un ISCA de entre 45 y 59 y Mala un ISCA de entre 0 y 44.

Tomando en cuenta estos criterios, así como los parámetros evaluados *in situ*, sin incluir los parámetros complementarios (plaguicidas y HAP), en todos los ambientes acuáticos estudiados se obtuvo un Índice de Calidad del Agua de buena a excelente, incluso el Índice de Calidad del Agua presentó una discreta mejoría en los últimos 7 años (Figura 54).

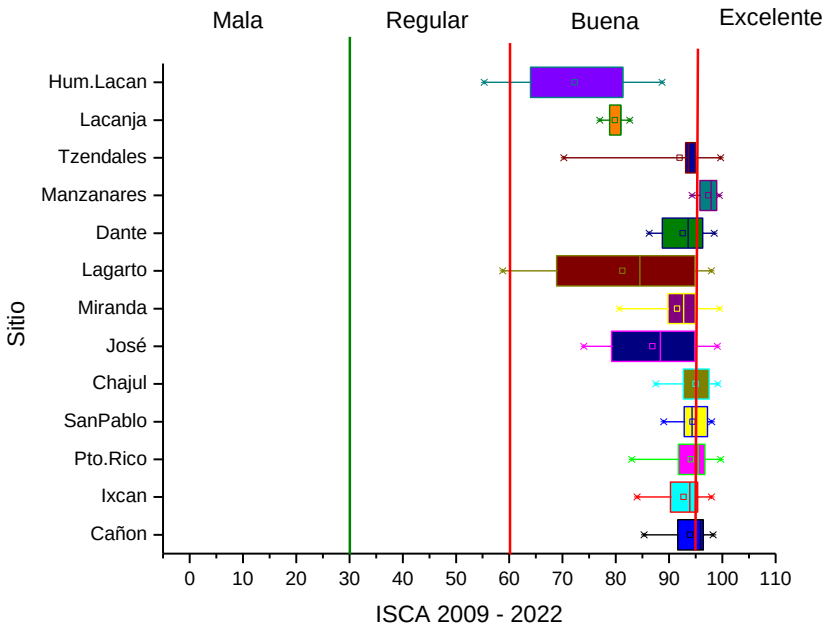


Fig. 54 Índice Simplificado de Calidad del Agua registrado en los ecosistemas acuáticos estudiados durante el periodo 2009-2022.

Índice de Integridad Biótica (IBI)

La integridad biótica se define como la capacidad de soportar y mantener una comunidad adaptada, integrada y balanceada, con una composición, diversidad y organización funcional comparable con el hábitat natural de la región.

El IBI es una herramienta que contribuye a monitorear el impacto que tienen las actividades que el ser humano realiza en un entorno determinado como es el caso de la subcuenca del río Lacantún. Está basado en las comunidades de peces y, a partir de ciertas características (métricas) previamente definidas, permite inferir el grado de perturbación de un curso hídrico. Para esta fase del estudio se utilizó como indicador la diversidad de especies registrada en los distintos ambientes monitoreados, la equitatividad y el de la calidad del ambiente.

Como se explicó en la acción 1.2, el análisis de diversidad verdadera realizado al material biológico colectado en el periodo 2020-2022, mostró que los sitios con números efectivos de especies (q1 y q2) más altos son Embarcadero, Puerto Rico y Humedal; mientras que Danta registra los valores de diversidad más bajos; de acuerdo con los intervalos de confianza calculados, estos sitios son significativamente diferentes del resto. En los demás sitios existen diferencias significativas de acuerdo con el orden de diversidad verdadera empleado. Los resultados de diversidad de orden q1 señalan que San Pablo, José y Manzanares son significativamente diferentes de Lacanjá, Manzanares e Ixcán, que, a su vez difieren de Tzendales y Lagarto. Chajul no es similar a ninguno de los anteriores, pero se asemeja más

a ellos que a Danta. Para la diversidad de orden q2, podemos mencionar que José, Miranda, Ixcán, Manzanares y Lacanjá son similares entre sí y distintos significativamente de Lagarto y Chajul, así como de Tzendales; este último, al igual que San Pablo difieren del resto de acuerdo con sus intervalos de confianza.

Se realizó el análisis de Riqueza Específica (S), que se midió como el número de especies presentes en una comunidad y la equitatividad como la abundancia de la especie dominante. Este análisis se realizó a cada uno de los grupos biológicos estudiados en cada una de las estaciones de monitoreo durante el periodo 2010-2022, lo cual permitió actualizar la tabla de calidad ambiental cualitativa de los ecosistemas acuáticos estudiados (Tabla 13), la cual muestra que once de los ríos y arroyos estudiados se encuentran en la categoría de buena calidad ambiental, tres con calidad ambiental regular y no existieron registros en la categoría de pobre calidad ambiental, a diferencia de la calidad del hábitat que fue reportada en el pasado (Ramírez-Martínez *et al.*, 2015) en donde se registraron ambientes acuáticos en la categoría de calidad ambiental pobre.

Tabla 13. Calidad del hábitat de los ecosistemas acuáticos.

Intervalo	Atributos de calidad hábitat	Ríos y arroyos estudiados
Bueno 7-10	Natural, sin modificaciones en su hidromorfología. Diversidad en el rango de micro y macro hábitats. Cobertura y refugios para peces. Poco lodoso. Vegetación riparia bien desarrollada.	Río Tzendales Arroyo San Pablo Arroyo José Río Lacantún (embarcadero de la estación Chajul) Río Lacantún (Cañón del Colorado) Arroyo Miranda Río Lacanjá Humedal Lacanjá Arroyo Puerto Rico Arroyo Danta Arroyo Lagarto
Regular 5-6	Algunas modificaciones de canalización evidentes. Limitada heterogeneidad del hábitat. Poca cobertura y refugios o aguas profundas. Sedimentación (lodo) común. Vegetación riparia pobremente desarrollada en algunas áreas.	Arroyo Manzanares Río Ixcán Río Chajul
Pobre 0-4	Fuertemente modificado por canalización u otras modificaciones hidráulicas. Refugios y cobertura para peces ausentes. Poca variación de la profundidad del agua a lo largo del cauce. Vegetación riparia pobremente desarrollada y extensas áreas desnudas, tierra expuesta. Agua en sitios con gran estancamiento o con flujo de excesiva velocidad. Gran cantidad de sedimentos. Excesivo crecimiento de algas o macrófitas.	Ninguno

III. Elaborar cartografía de localización de las áreas de anidación de especies acuáticas invasoras de alto impacto y recomendaciones para controlar su crecimiento.

Como se menciona en la Acción 1.4 se elaboraron 18 mapas en los que se presenta actualizada la distribución, a diferentes escalas, de las colonias de anidación de peces loricáridos en la zona de estudio. Esta cartografía ha sido de gran importancia para poder identificar la magnitud del impacto de estas especies invasoras y su evolución, así como comprender mejor su ciclo de vida y así tener mayor claridad en las medidas que pueden aplicarse para controlar su crecimiento.

Los planes dirigidos a controlar el crecimiento de las poblaciones de peces de la familia Loricariidae que habitan en la subcuenca de río Lacantún, que promuevan instituciones públicas, de los tres niveles de gobierno, y los habitantes de las comunidades de la región, deberán tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

a. Conservación y restauración de ambientes naturales. El fortalecer las acciones de conservación y recuperación de ambientes naturales en la zona de estudio, constituye uno de los factores de mayor importancia para lograr contener el crecimiento de las poblaciones de peces de la familia Loricariidae, debido a que esto permite mantener alta la resiliencia en los ecosistemas acuáticos.
b. Involucramiento de las poblaciones locales. Es indispensable contar con la participación de los pobladores de las comunidades y sus autoridades para lograr realizar un control exitoso de las poblaciones de este tipo de peces a gran escala.
c. Inhabilitación de nidos. El método ha probado su efectividad, debido a que rompe el ciclo reproductivo de este tipo de peces en uno de los momentos más vulnerables de su ciclo de vida, evitando el reclutamiento de nuevas cohortes de peces a las poblaciones ya existentes.
d. Captura de adultos durante la época de cuidado parental. Es un método probado que está dirigido a individuos reproductivamente activos, especialmente machos, lo que provoca el rompimiento del cuidado parental, uno de los aspectos que asegura gran parte del éxito de la reproducción de este tipo de peces.

El control del crecimiento de las poblaciones de especies invasoras que habitan el río Lacantún y sus tributarios se inscribe en la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México: prevención, control y erradicación, que reconoce la necesidad de reducir su impacto sobre la diversidad biológica en nuestro país. Por ello, es necesario que las instituciones públicas competentes, de los tres niveles de gobierno, adopten de forma urgente medidas efectivas para evitar la propagación de las poblaciones de peces loricáridos en la región de trabajo, poniendo en práctica las recomendaciones técnicas derivadas del presente estudio.

IV. Elaborar recomendaciones para la conservación, recuperación, y manejo sustentable del río Lacantún y sus tributarios estudiados.

Los ecosistemas acuáticos de la subcuenca del río Lacantún, como los resultados de este estudio lo muestran, son de alta biodiversidad y se encuentran en buen estado de salud.

El monitoreo de los bioindicadores y de las características fisicoquímicas del agua, así como la identificación y determinación del comportamiento de contaminantes, arrojan información valiosa que apunta hacia riesgos potenciales que deben ser atendido de manera preventiva.

Se trata de un ecosistema de alta importancia para el país, en condiciones de conservación poco frecuentes, pero existen amenazas que pueden cambiar su condición, por lo cual hay que actuar en modificar las tendencias de las amenazas con celeridad.

Dos amenazas principales son, por un lado, la deforestación, la cual alcanza incluso las riberas de los ríos y arroyos, y por otro, el uso excesivo y sin control de agroquímicos, incluso prohibidos por la legislación mexicana, pero que son de fácil adquisición en Guatemala. La capacidad de autodepuración de los ecosistemas acuáticos de la subcuenca ha permitido contrarrestar la presencia de los contaminantes, pero si la tendencia continua esta capacidad podrá perderse.

Si los factores de degradación ambiental continúan creciendo en los ecosistemas terrestres, especialmente los que se ubican en los territorios que ocupan las comunidades, en un futuro cercano pudiera provocar el deterioro permanente de la calidad del agua de los ecosistemas estudiados y, junto con ello, la pérdida de biodiversidad estructural y funcional.

Por lo anterior, es necesario emprender acciones institucionales y ciudadanas orientadas a detener la degradación de los ambientes terrestres y acuáticos de la región. Algunas de las acciones que se recomienda llevar a cabo son las siguientes:

a. Detener la deforestación de riberas mediante instrumentos normativos locales (acuerdos de Asambleas y reglamentos internos).
b. Normar que todas las riberas deben tener vegetación ribereña (acuerdos de Asambleas y reglamentos internos).
c. Promover la restauración de riberas con especies nativas bajo el modelo diseñado y probado en el Objetivo 3.4 de este mismo proyecto.
d. Elaborar y consensar un ordenamiento pesquero comunitario.
e. Establecer acuerdos comunitarios para el ordenamiento pesquero.
f. Formalizar ante la autoridad pesquera el ordenamiento pesquero de la subcuenca del río Lacantún.
g. Fomentar campañas para la extirpación de los loricáridos.
h. Brindar asesoría y capacitación en el uso de agroquímicos, especialmente pesticidas, a los productores agropecuarios de la región.

i. Promover el establecimiento y operación de sistemas de producción agropecuarios sustentables como labranza cero, producción en invernaderos, cultivos orgánicos y crías de ganado estabulado.
j. Instalar sistemas de drenaje en las comunidades con mayor población en la región, asociado a sistemas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de evitar el vaciado directo de aguas negras a cauces naturales de ríos y arroyos.
k. Continuar con las campañas para evitar la quema de pastos y vegetación natural.
l. Promover campañas en la región para evitar la existencia de tiraderos de basura a cielo abierto y que las personas realicen el depósito de sus residuos sólidos en barrancas o cauces de ríos y arroyos.
m. Solicitar al gobierno de la República de Guatemala, por medio de las autoridades correspondientes, que estas recomendaciones sean atendidas por las comunidades ubicadas en la cuenca de los ríos Chixoy y Salinas, y sobre los ríos Chajul e Ixcán, en el marco de los convenios vigentes sobre la protección y mejoramiento del ambiente en la zona fronteriza y el tratado para fortalecer la Comisión Internacional de Límites y Aguas entre el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el gobierno de la República de Guatemala.
n. Realizar periódicamente muestreos de bioindicadores de especies invasoras) para detectar de manera temprana posibles cambios en la calidad de los ecosistemas acuáticos y planear acciones de intervención de manera informada.
o. Realizar estudios a largo plazo para poder determinar la calidad del agua de ecosistemas acuáticos a partir del análisis de parámetros fisicoquímicos, contaminantes inorgánicos y orgánicos.
p. Es necesario que instancias gubernamentales impulsen estos estudios y los tomen en cuenta para aplicar acciones para prevenir alteraciones graves en los ecosistemas acuáticos, trabajando juntamente con instituciones académicas, organizaciones sociales y comunidades.
q. La participación de las comunidades es fundamental, trabajando en la sensibilización y educación ambiental con los pobladores y buscando con ellos mejores prácticas productivas que no alteren o deterioren sus cuerpos de agua.

Discusión de resultados del monitoreo de ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos continentales en zonas tropicales, a pesar de su importancia ecológica, biológica y de los servicios ambientales que prestan a la sociedad, no han recibido suficiente atención ni se han realizado acciones dirigidas a su preservación ante las amenazas que presentan por las actividades humanas.

Contar con información a largo plazo es fundamental para realizar estudios de la calidad de los ecosistemas acuáticos. En este proyecto que se logró integrar datos en algunos casos desde 2008, otros de 2010, y otros de 2012 a 2022, lo cual proporcionó información muy útil que

aumenta el valor y alcance del estudio. El haber reunido información por un periodo de más de diez años proporciona información relevante, que en conjunto con otros estudios de calidad de los ecosistemas acuáticos deja ver que la mayoría de los sitios evaluados mostraron una buena calidad, a excepción de tres sitios localizados fuera de la RBMA que mostraron una calidad regular que puede estar asociada a las actividades humanas.

El uso de bioindicadores es una herramienta muy importante ya que ofrece la posibilidad de evaluar el estado ecológico en el que se encuentra un río o arroyo en un momento determinado y observar su evolución en el tiempo. La información obtenida de los grupos estudiados resulta confiable ya que éstos reúnen características importantes como: elevada sensibilidad a los cambios ambientales, abundantes, conspicuas y fáciles de identificar.

Para el estudio de contaminantes orgánicos en ecosistemas acuáticos es conveniente realizar muestreo de sedimentos además de agua, ya que se demostró que resultaron ser un adecuado concentrador de contaminantes orgánicos, que no fueron detectados en muestras de agua.

Reunir la información de todos estos parámetros proporciona información confiable para poder tomar acciones en caso de presentarse perturbaciones en los ecosistemas.

En el río Lacantún y sus tributarios se ha registrado la presencia de 14 especies introducidas, dentro de las que se encuentra especies de peces de la familia Loricariidae, que forman parte del grupo de especies que se consideran como una de las mayores amenazas para la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos y las pesquerías de agua dulce en México.

Debido a que los métodos convencionales para capturar peces loricáridos, basados en el uso de redes o la electropesca, provocan la captura incidental de diversas especies nativas, se diseñaron métodos alternativos para controlar el crecimiento de las poblaciones este tipo de peces, que aprovechan las épocas de mayor vulnerabilidad que se presentan a lo largo de su ciclo de vida. Los métodos diseñados para controlar el crecimiento de los peces loricáridos, basados en el análisis de su comportamiento reproductivo, fueron probados con éxito contando con la participación de habitantes de las comunidades locales, pero para tener un mayor alcance es necesario involucrar la participación de instituciones públicas encargadas del cuidado del ambiente.

Es necesario que instancias gubernamentales impulsen estos estudios y los tomen en cuenta para aplicar acciones para prevenir alteraciones en los ecosistemas acuáticos, trabajando conjuntamente con instituciones académicas, organizaciones sociales y comunidades.

La participación de las comunidades es fundamental, trabajando en la sensibilización y educación ambiental con los pobladores y buscando con ellos mejores prácticas productivas que no alteren o deterioren sus cuerpos de agua.

f) Conclusión del objetivo 1

Realizar estudios de monitoreo a largo plazo es una necesidad ineludible para poder determinar la integridad de los ecosistemas, sus cambios en el tiempo, detectar amenazas, actuar a tiempo y diseñar políticas adecuadas para prevenir la degradación de los ecosistemas.

Pocos estudios en el país logran las condiciones necesarias para realizar estos estudios de manera sistemática, continua y en el largo plazo. Las condiciones que se presentan en la región de la Selva Lacandona, particularmente en su zona sur, gracias a la presencia de una organización no gubernamental como es el caso de Natura y Ecosistemas Mexicanos, junto con las alianzas de las universidades y el trabajo conjunto con las comunidades, así como por contar con 3 estaciones de campo que operan desde hace muchos años, permite la realización de este tipo de estudios.

Con respecto a los ecosistemas terrestres se monitoreó la mastofauna enfocándonos en las poblaciones de especies en peligro de extinción y que por sus requerimientos de hábitat son un buen indicador de la integridad ecológica de este ecosistema tropical. Como resultado se puede concluir que la RBMA se encuentra en buen estado de conservación debido a diferentes factores como son la continuidad de cobertura forestal, cuerpos de agua permanentes en buen estado de conservación y la baja incidencia de amenazas como son la cacería y el cambio de uso de suelo por su carácter de protección. Esto permite que las poblaciones de la mastofauna tengan mayor viabilidad y que puedan conservarse en un largo plazo.

En MC, hay diferentes factores que influyen en el estado de conservación del ecosistema. Por un lado, las amenazas en este sitio son mayores debido al cambio de uso de suelo, mayor accesibilidad para los cazadores a las áreas forestadas, la presencia de contaminación en arroyos y ríos y los potenciales conflictos hombre-fauna que se derivan del aumento de la frontera agropecuaria. Por otro lado, las acciones de conservación y protección que se realizan en este son una pieza clave para mantener la integridad ecológica de la región, pues las especies no conocen fronteras y no disciernen entre superficies con diferente carácter de protección. Los instrumentos de conservación aplicados en este municipio han contribuido de gran manera a conservar grandes remanentes de selva que son el hábitat de diversas especies y que, además, son corredores que ayudan a mantener la conectividad con la RBMA. Estas acciones son de suma importancia porque permiten que el ecosistema tenga integridad ecológica a una escala regional y por ende en un largo plazo.

Por su parte, los estudios de monitoreo de ecosistemas acuáticos, mediante distintos métodos para conocer su grado de integridad, permitieron conocer con mayor precisión el estado de salud y detectar las posibles fuentes naturales y/o antropogénicas que pueden producir alteraciones a futuro.

Como se menciona en la Acción 1.5, los resultados del monitoreo de ecosistemas acuáticos, a través de bioindicadores, de análisis fisicoquímicos y contaminantes de agua y sedimentos,

muestran que los ríos y arroyos de la zona de estudio se encuentran en buen estado de conservación, detectándose la presencia de amenazas puntuales a la integridad de estos ecosistemas, que deben ser tomadas en cuenta para la toma de decisiones para su conservación y manejo.

El uso de especies acuáticas bioindicadoras de la calidad del ecosistema resultó, como se esperaba, una herramienta de gran utilidad para conocer la calidad ambiental cualitativa de los ecosistemas estudiados. El estudio de los grupos biológicos utilizados como bioindicadores demostraron que el río Lacantún y sus tributarios se encuentran en muy buen estado de conservación. Los resultados obtenidos muestran que existe una alta riqueza de especies de helmintos parásitos de peces, moluscos, crustáceos y peces. Además, existe un alto número de endemismos y especies que aún no se conocen, como lo demuestra el descubrimiento de nuevas especies mediante el monitoreo a largo plazo realizado en la región.

Los ecosistemas acuáticos de la región son frágiles a los efectos provocados por las actividades humanas. Sin embargo, poseen una gran capacidad de recuperación, ya que en los casos en los que la degradación de los ecosistemas terrestres disminuye o desaparece, los ecosistemas acuáticos pueden recuperarse en poco tiempo debido a su alto grado de resiliencia. Para frenar la degradación de los ecosistemas acuáticos es necesario promover la conservación y restauración de los ecosistemas terrestres asociados con los acuáticos con el fin de conservar la frágil riqueza biológica que habita en el río Lacantún y sus tributarios.

La presencia de especies acuáticas invasoras, en especial las consideradas de alto impacto, es una de las mayores amenazas para la biodiversidad local y la integridad de los ecosistemas en la región, por lo que es de vital importancia realizar acciones en forma permanente para controlar el crecimiento de sus poblaciones. La invasión de los peces loricáridos en el río Lacantún y sus tributarios no se ha dado con la velocidad e intensidad que se ha presentado en otras regiones del país, debido al buen estado de conservación que en general presentan estos ecosistemas acuáticos, lo que les permite tener una alta resiliencia y con ello evitar la rápida propagación de las poblaciones de este tipo de peces.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio, mantener el buen estado de conservación de los ecosistemas acuáticos ubicados dentro de la RBMA y realizar acciones para revertir el deterioro de los ríos y arroyos en los territorios que habitan las comunidades permitirá contener del crecimiento de poblaciones de especies acuáticas invasoras, en especial de peces loricáridos.

Las acciones que se realicen para controlar la invasión de peces de la familia Loricariidae en la zona de estudio, deben estar respaldadas con conocimiento científico para asegurar su éxito, evitando aplicar programas institucionales “inmediatistas” de corto plazo, que lejos de funcionar, podrían agravar el problema. Un ejemplo de esta situación son los casos en donde se ha propuesto aumentar el esfuerzo pesquero como una medida para controlar el

crecimiento de especies de peces invasores. Esta situación ha causado más perjuicios que beneficios debido a que se favorece el proceso de invasión porque se afectan a las poblaciones de peces nativos que se encontraban en buen estado de conservación, provocando una mayor competencia con las especies invasoras y que eventualmente sean desplazadas. Esto afecta la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos disminuyendo su integridad ecológica.

Por lo anterior, los métodos de control diseñados y probados en el área de estudio son efectivos debido a que son dirigidos a la especie y afectan el ciclo reproductivo de las especies de la familia Loricariidae. Para que estas acciones tengan un mayor impacto es fundamental contar con la participación de los habitantes de las comunidades, así como de las autoridades locales, regionales y nacionales involucradas en el tema del cuidado del ambiente y su conservación.

Finalmente, las acciones de monitoreo de ecosistemas terrestres y acuáticos se deben de continuar debido a que contribuyen a generar conocimiento de la ecología de la fauna local, de aspectos fisicoquímicos que puedan afectar el equilibrio de los ecosistemas y a detectar amenazas que afecten el funcionamiento del ecosistema de manera temprana para una mejor planeación e intervención de manera informada.

g) Referencias

Aguirre, A., & Mendoza-Alfaro, R. (2009). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. In *Capital natural de México, vol. II : Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 277–318). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Ahumada, J. A., Silva, C. E. F., Gajapersad, K., Hallam, C., Hurtado, J., Martin, E., McWilliam, A., Mugerwa, B., O'Brien, T., Rovero, F., Sheil, D., Spironello, W. R., Winarni, N., & Andelman, S. J. (2011). Community structure and diversity of tropical forest mammals: data from a global camera trap network. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *366*(1578), 2703–2711.

Allan, J. D., & Flecker, A. S. (1993). Biodiversity Conservation in Running Waters. *BioScience*. https://doi.org/10.2307/1312104

Altrichter, M., Taber, A., Beck, H., Reyna-Hurtado, R., Lizarraga, L., Keuroghlian, A., & Sanderson, E. W. (2012). Range-wide declines of a key Neotropical ecosystem architect, the Near Threatened white-lipped peccary Tayassu pecari. *Oryx*, *46*(1), 87–98. https://doi.org/10.1017/S0030605311000421

Amador del Ángel, L. E., & Wakida-Kusunoki, A. T. (2014). Peces invasores en el sureste de México. In *Especies acuáticas invasoras en México*.

Amador-del Ángel, L. E., Wakida-Kusunoki, A. T., Carrió, E., Brito, R., & Rodríguez, P. (2009). Peces invasores de agua dulce en la región de la Laguna de Términos, Campeche. *U. Tecnociencia*, *3*, 11–28.

Arroyo Gerala, P. (2018). *Composición y diversidad funcional de la comunidad de mamíferos terrestres en la Región de la Selva Lacandona, Chiapas, México*.

Azuara, D. (2005). *Estimación de abundancia de mamíferos terrestres en un área de la Selva Lacandona, Chiapas* (Tesis). UNAM.

Bartoń, K. (2019). MuMIn. Multi-Model Inference. In *R package. Version 1.43.15*.

Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2002). *Model Selection and multimodel inference* (Second Edi). Springer.

Cardillo, M., Mace, G. M., Jones, K. E., Bielby, J., Bininda-Emonds, O. R. P., Sechrest, W., Orme, C. D. L., & Purvis, A. (2005). Multiple Causes of High Extinction Risk in Large Mammal Species. *Science*, *309*(5738), 1239–1241. https://doi.org/10.1126/science.1116030

Casatti, L., Teresa, F. B., Gonçalves-Souza, T., Bessa, E., Manzotti, A. R., Gonçalves, C. da S., & Zeni, J. de O. (2012). From forests to cattail: How does the riparian zone influence stream fish? *Neotropical Ichthyology*, *10*(1). https://doi.org/10.1590/S1679-62252012000100020

Ceballos, G., Ehlrich, P. R., Soberón, J., Salazar, I., & Fay, J. P. (2005). Global Mammal Conservation: What Must We Manage? *Science*, *309*, 603–608.

Chávez, C., de la Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R., & Ceballos, G. (2013). *Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre: El jaguar en México como estudio de caso*. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

COE, T. (2004). Monitoring ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives By David E. Busch and Joel C. Trexler (eds.), Island Press, Washington, D.C., 2003, ISBN: 1559638516, 384 pp. *Ecological Economics*, *49*(1). https://doi.org/10.1016/s0921-8009(03)00308-2

Contreras-Balderas, S. (1976). *Impacto Ambiental de Obras Hidráulicas.*

Contreras-Moreno, F. M., Sima-Pantí, D. E., Coutiño-Cal y Mayor, C., & Zúñiga-Morales, J. (2020). Registro del coyote (Carnivora: Canidae) en la Reserva la Biosfera de Calakmul, México. *UNED Research Journal*, *12*(1). https://doi.org/10.22458/urj.v12i1.2890

Costanza, R., & Mageau, M. (1999). What is a healthy ecosystem? Robert. *Aquatic Ecology*, *33*, 105–115. https://doi.org/10.1023/A:10099303

Courtenay Jr., W. R., & Williams, J. Dr. (1992). Dispersal of Exotic Species from Aquaculture Sources, with Emphasis on Freshwater Fishes. In A. Rosenfield & R. Mann (Eds.), *Dispersal of Living Organisms into Aquatic Ecosystems* (pp. 49–81). Maryland Sea Grant College, College Park.

Courtenay, W. R., & Stauffer, J. R. (1990). The Introduced Fish Problem and the Aquarium Fish Industry. *Journal of the World Aquaculture Society*, *21*(3), 145–159. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1990.tb01017.x

Cove, M. v, Jones, B. M., Bossert, A. J., Jr, D. R. C., Dunwoody, R. K., White, B. C., & Jackson, V. L. (2012). *Use of Camera Traps to Examine the Mesopredator Release Hypothesis in a Fragmented Midwestern Landscape*.

Davies, J. M. (2006). Application and tests of the Canadian water quality index for assessing changes in water quality in lakes and rivers of central North America. *Lake and Reservoir Management*. https://doi.org/10.1080/07438140609354365

de la Torre, J. A., Arroyo-Gerala, P., & Torres-Knoop, L. (2016). Density and activity patterns of ocelots in the greater Lacandona ecosystem. *Therya*, *7*(2). https://doi.org/10.12933/therya-16-372

de la Torre, J. A., & Medellín, R. a. (2011). Jaguars Panthera onca in the Greater Lacandona Ecosystem, Chiapas, Mexico: population estimates and prospects. *Oryx*, *45*(04), 546–553. https://doi.org/10.1017/S0030605310001511

de la Torre, J. A., Núñez, J. M., & Medellín, R. A. (2017a). Spatial requirements of jaguars and pumas in Southern Mexico. *Mammalian Biology*, *84*. https://doi.org/10.1016/j.mambio.2017.01.006

de la Torre, J. A., Núñez, J. M., & Medellín, R. A. (2017b). Habitat availability and connectivity for jaguars (Panthera onca) in the Southern Mayan Forest: Conservation priorities for a fragmented landscape. *Biological Conservation*, *206*, 270–282. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.11.034

de la Vega Salazar, M. Y. (2003). Situación de los peces dulceacuícolas en México. *Ciencias*, *72*, 20–30. http://www.ojs.unam.mx/index.php/cns/article/view/11911/11233

Dirzo, R., & Miranda, A. (1991). Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. In P. Price, T. Lewinsohn, G. Fernandes, & W. Benson (Eds.), *Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions* (pp. 273–287.). Wiley.

Dodds, K. W. (2022). *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Application*. Academic Press.

Espinosa-Pérez, H. (2014). Biodiversidad de peces en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *85*. https://doi.org/10.7550/rmb.32264

Fiske, I., Chandler, R., Miller, D., Royle, A., Kerry, M., Hostetler, J., & Hutchinson, R. (2015). *Package 'unmarked'* (R package version 0.11-0).

Foerster, C. R., & Vaughan, C. (2002). Home range, habitat use, and activity of Baird's tapir in Costa Rica. *Biotropica*, *34*(3). https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00556.x

Galetti, M., & Dirzo, R. (2013). Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world. *Biological Conservation*, *163*, 1–6. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.04.020

Garmendia, A., Arroyo-Rodríguez, V., Estrada, A., Naranjo, E. J., & Stoner, K. E. (2013). Landscape and patch attributes impacting medium- and large-sized terrestrial mammals in a fragmented rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, *29*(4), 331–344. https://doi.org/10.1017/S0266467413000370

Gaspar-Dillanes, Ma. T. (1996). Aportación al conocimiento de la ictiofauna de la Selva Lacandona, Chiapas. *Revista Zoología Informa (IPN)*, *33*, 41-50.

Geldmann, J., Barnes, M., Coad, L., Craigie, I. D., Hockings, M., & Burgess, N. D. (2013). Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biological Conservation*, *161*, 230–238. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.02.018

Goldburg, R. J., Elliott, M. S., & Naylor, R. L. (2001). Marine aquaculture in the United States - environmental impacts and policy options. In *Pew Oceans Commission*.

Gozlan, R. E., Britton, J. R., Cowx, I., & Copp, G. H. (2010). Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. *Journal of Fish Biology*, *76*(4), 751–786. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02566.x

Guzmán A., F., & Barragán, S. J. (1997). Presencia de bagres sudamericanos (Osteichthyes: Loricariidae) en el río Mezcala, Guerrero, México. *Vertebrata Mexicana*, *3*, 1–4.

Hamilton, L. A. (2002). Invasive alien species: a major continuing threat to the health and integrity of freshwater ecosystems. In *Water & the Future of Life on Earth. Ch9. Simon Fraser University Vancouver* (p. 9).

Hidalgo-Mihart, M. G., Contreras-Moreno, F. M., Pérez-Solano, L. A., & Hernández-Lara, C. (2013). Primeros registros de coyote (Canis latrans) en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *84*(3). https://doi.org/10.7550/rmb.33108

Hopkins, C. C. E. (2001). A review of introductions and transfers of alien marine species in the North Sea area. In *Report to Directorate for Nature Management, DN* (p. 96). http://www.dirnat.no/archive/attachments/01/04/CHMDA071.pdf

Karr, J. R. (1991). Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications*. https://doi.org/10.2307/1941848

Koerner, S. E., Poulsen, J. R., Blanchard, E. J., Okouyi, J., & Clark, C. J. (2017). Vertebrate community composition and diversity declines along a defaunation gradient radiating from rural villages in Gabon. *Journal of Applied Ecology*, *54*(3), 805–814. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12798

Lassuy, D. R. (2000). *Introduced Species as a factor in extinction and endangerment of native fish species.* Workshop: Management, implications and co-occurring native and introduced fishes proceedings.

Lozano-Vilano, M. L., García-Ramírez, M. E., Contreras-Balderas, S., & Ramírez-Martínez, Y. C. (2007). Diversity and conservation status of the Ichthyofatma of the Río Lacantún basin in the Biosphere Reserve Montes Azules, Chiapas, México. *Zootaxa*, *1410*, 43–53. https://doi.org/10.11646/zootaxa.1410.1.2

MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Royle, J. A., Pollock, K. H., Bailey, L. L., & Hines, J. E. (2017). Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence: Second Edition. In *Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence: Second Edition*. https://doi.org/10.1016/C2012-0-01164-7

Mahanta, C., Zaman, A. M., Newaz, S. M. S., Rahman, S. M. M., Mazumdar, T. K. M., Choudhury, R., Borah, P. J., & Saikia, L. (2014). *Physical Assessment of the Brahmaputra River Ecosystems for Life: A Bangladesh-India Initiative*. http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_research_brahmaputra_basin.pdf

March, I. (1990). *Evaluación de hábitat y situación actual de pecari de labios blancos Tayassu pecari en México. Tesis de maestría*. Universidad Nacional Heredia, Costa Rica.

Medellín, R. A. (1994). Mammal Diversity and Conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. *Conservation Biology*, *8*(3), 780–799. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08030780.x

Méndez-Carvajal, P., & Moreno, R. (2014). Mammalia, Carnivora, Canidae, Canis latrans (Say, 1823): Actual distribution in Panama. *Check List*, *10*(2). https://doi.org/10.15560/10.2.376

Mendoza, R., Contreras, S., Ramírez, C., Koleff, P., Alvarez, P., & Aguilar, V. (2007). Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. *Biodiversitas*.

MIT Sea Grant. (2002). Exotic species an ecological roulette with nature. M. *IT Sea Grant College Program, Costal Resources Fact Sheet*.

Morris, R. J. (2010). Anthropogenic impacts on tropical forest biodiversity: A network structure and ecosystem functioning perspective. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 365, Issue 1558). https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0273

Nakanuku-Diggs, L., & Hesselink, F. (2014). *Implementing a Resilience Framework to support Climate Change Adaptation in the Mt Elgon Region of the Lake Victoria Basin*.

Naranjo, E. J. (2018). Baird' s Tapir Ecology and Conservation in Mexico Revisited. *Tropical Conservation Science*, *11*, 1–4. https://doi.org/10.1177/1940082918795558

Naranjo, E. J., & Bodmer, R. E. (2007). Source–sink systems and conservation of hunted ungulates in the Lacandon Forest, Mexico. *Biological Conservation*, *138*(3–4), 412–420. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.05.010

Nichols, J., & Williams, B. (2006). Monitoring for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, *21*(12), 668–673. https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.08.007

Oberosler, V., Groff, C., Iemma, A., Pedrini, P., & Rovero, F. (2017). The influence of human disturbance on occupancy and activity patterns of mammals in the Italian Alps from systematic camera trapping. *Mammalian Biology*, *87*, 50–61. https://doi.org/10.1016/j.mambio.2017.05.005

Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J., Aquino, T., & Tsomondo, T. (2001). Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *84*(1), 1–20. https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00178-X

Ramírez-Martínez, C., & Mendoza., R. (2008). El acuarismo como vector de especies acuáticas invasivas en México. In *Capital Natural de México. Vol. 3: Políticas*

públicas y perspectivas de sustentabilidad. Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (p. 207). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Ramírez-Martínez, C., Naranjo, E., Caspeta, J. M., Espinosa-Pérez, H., & Barba, R. (2015). Ecosistemas Acuáticos. In J. Carabias, J. de la Maza, & R. Cadena (Eds.), *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias.* (p. 694). Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Ricciardi, A., & Rasmussen, J. B. (1999). Extinction Rates of North American Freshwater Fauna. *Conservation Biology*, *13*(5), 1220–1222. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98380.x

Richardson, D. M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, *6*(2), 93–107. https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x

Rodiles-Hernández, R., Hendrickson, D. A., Lundberg, J. G., & Humphries, J. M. (2005). Lacantunia enigmatica (Teleostei: Siluriformes) a new and phylogenetically puzzling freshwater fish from Mesoamerica. *Zootaxa*, *1000*(1), 1. https://doi.org/10.11646/zootaxa.1000.1.1

SEMARNAT. (2005). *Informe de la situación del medio ambiente en México. Sistema de Información Ambiental y de Recursos Naturales.*

Silveira, L., Jácomo, A. T. A., & Diniz-Filho, J. A. F. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: A comparative evaluation. *Biological Conservation*, *114*(3), 351–355. https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00063-6

Sowls, L. K. (1997). Javelinas and other peccaries: their biology, management, and use. *Choice Reviews Online*, *34*(11), 34-6276-34–6276. https://doi.org/10.5860/choice.34-6276

Tejeda-Cruz, C., Naranjo, E. J., Cuarón, A. D., Perales, H., & Cruz-Burguete, J. L. (2009). Habitat use of wild ungulates in fragmented landscapes of the Lacandon Forest, Southern Mexico. *Mammalia*, *73*(3), 211–219. https://doi.org/10.1515/MAMM.2009.044

Teller, B. J., Miller, A. D., & Shea, K. (2015). *Conservation of passively dispersed organisms in the context of habitat degradation and destruction*. 514–521. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12379

Terborgh, J. (1992). Maintenance of Diversity in Tropical Forests. *Biotropica*, *24*(2), 283. https://doi.org/10.2307/2388523

Terborgh, J. W. (2015). *Toward a trophic theory of species diversity*. *112*(37), 11415–11422. https://doi.org/10.1073/pnas.1501070112

Thornton, D., Reyna, R., Perera-Romero, L., Radachowsky, J., Hidalgo-Mihart, M. G., Garcia, R., McNab, R., Mcloughlin, L., Foster, R., Harmsen, B., Moreira-Ramírez, J. F., Diaz-Santos, F., Jordan, C., Salom-Pérez, R., Meyer, N., Castañeda, F., Valle, F. A. E., Santizo, G. P., Amit, R., … Polisar, J. (2020). Precipitous decline of white-lipped peccary populations in Mesoamerica. *Biological Conservation*, *242*, 108410. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108410

Tobler, M. W. (2006). Habitat Use and Diet of Baird's Tapirs (Tapirus bairdii) in a Montane Cloud Forest of the Cordillera de Talamanca, Costa Rica1. *Biotropica*, *34*(3), 468–474. https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00563.x

Tobler, M. W., Carrillo-Percastegui, S. E., Leite Pitman, R., Mares, R., & Powell, G. (2008). An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, *11*(3), 169–178. https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2008.00169.x

Towns, V., León, R., de la Maza, J., & Sánchez-Cordero, V. (2013). Aportaciones al listado de los mamíferos carnívoros del sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas. *Therya*, *4*(3), 627–640. https://doi.org/10.12933/therya-13-171

Towns, V., León-Pérez, R., de la Maza, J., & Morató, S. (2015). Mamíferos de la subcuenca del Lacantún. In J. Carabias, J. de la Maza, & R. Cadena (Eds.), *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias* (Primera ed., pp. 145–159). Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Wakida-Kusunoki, A. T., Ruiz-Carus, R., & Amador-del Ángel, L. E. (2007). Amazon sailfin catfish, Pterygoplichthys pardalis (Castelnau, 1855) (Loricariidae), another exotic species established in southeastern Mexico. *The Southwestern Naturalist*, *52*(1), 141–144. https://doi.org/10.1894/0038-4909(2007)52[141:ASCPPC]2.0.CO;2

Winemiller, K. O., Marrero, C., & Taphorn, D. C. (1996). Perturbaciones causadas por el hombre a las poblaciones de peces de los llanos y del piedemonte andino de Venezuela. *Biollania*.

Wright, S. J. (2003). The myriad consequences of hunting for vertebrates and plants in tropical forests. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, *6*(1–2), 73–86. https://doi.org/10.1078/1433-8319-00043



Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas

CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Informe final

SNIB-CONABIO, Proyecto No. QQ004

Natura y Ecosistemas Mexicanos

2025

Natura Mexicana

Natura y Ecosistemas Mexicanos. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la reserva de la biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. ***Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. QQ004****. Ciudad de México.*

Natura y Ecosistemas Mexicanos

Julia Carabias Lillo

Responsable técnica del proyecto

Rosaura Cadena González

Coordinadora del proyecto

Contenido

Informe final

OBJETIVO 1. Evaluar el estado de conservación de los ecosistemas naturales, acuáticos y terrestres, mediante el monitoreo de la calidad del agua y de especies de fauna indicadoras, tanto en las Áreas Naturales Protegidas como en las zonas de influencia

Responsables:
Paulina Arroyo Gerala, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Carlos Ramírez Martínez, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León

Colaboradores:
Fernando Álvarez, Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Juan Manuel Caspeta, Laboratorio de Parasitología de Animales Silvestres, Facultad de Ciencias Biológicas y Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Norman Mercado Silva, Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Edna Naranjo García, Colección Nacional de Moluscos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
José Luis Villalobos, Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

OBJETIVO 2. Coadyuvar con las autoridades estatales y federales en la conservación de las Áreas Naturales Protegidas de la Selva Lacandona y fortalecer las capacidades de la comunidad Lacanjá Chansayab en acciones de vigilancia comunitaria para la detección de ilícitos ambientales e incendios forestales

Responsables:
Elisa Castro Tovar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Allan Joav López Moreno, Natura y Ecosistemas Mexicanos

OBJETIVO 3. Conservar y manejar de manera sustentable fragmentos estratégicos de selva de los ejidos de Marqués de Comillas y restaurar terrenos que conecten dichos fragmentos para mantener y fomentar la conectividad del paisaje

Responsables:
Elisa Castro Tovar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Roberto Ortiz Martínez y Flores, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Fiorella Ortiz Rosas, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Leonora Torres Knoop, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Violeta Valadez Rocha, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Carlos Alejandro Velázquez Morales, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Colaborador:
Santiago Izquierdo Tort, Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México

OBJETIVO 4. Fortalecer las capacidades de la población local para la conservación de los ecosistemas naturales, el manejo sustentable y la restauración ambiental, así como sensibilizar a la población sobre la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos

Responsables:
Alejandra López Valenzuela, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Roberto Ortiz Martínez y Flores, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Fiorella Ortiz Rosas, Natura y Ecosistemas Mexicanos
José Sobrino Mar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Violeta Valadez Rocha, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Colaboradores:
Ángel Esteban Campos Tovar, estudiante de biología, servicio social, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
Saraí Rodríguez Hernández, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro
Víctor Daniel Rodríguez Rosas, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro
Valeria Lilian Rodríguez Zavala, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro

Bases de datos

Mamíferos
Arroyo Gerala, P. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Bases de datos_Mamíferos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Helmintos
Caspeta, J.M. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. **Bases de datos_Helmintos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Peces
Mercado, N. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. **Bases de datos_Peces SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Crustáceos
Villalobos, J.L. y F. Álvarez. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Colección Nacional de Crustáceos. Instituto de Biología. UNAM. **Bases de datos_Crustáceos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Hojas de cálculo

Calidad del Agua in situ
Gómez, H., L. Hernández y C. Ramírez-Martínez. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C**. Hoja de Cálculo_ Calidad del Agua *in situ* SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México. *.

Contaminantes identificados.
Gómez, H. y L. Hernández. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Contaminantes identificados SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México..

Fisicoquímicos obtenidos en laboratorio
Gómez, H. y L. Hernández. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_Fisicoquímicos obtenidos en laboratorio SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Aspectos biológicos de peces loricáridos
Ramírez-Martínez, C. y C.Y. García. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Aspectos biológicos de peces loricáridos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México. * Aspectos biológicos de peces loricáridos.

Materiales didácticos y de difusión

Responsables:

Alejandra López Valenzuela, Natura y Ecosistemas Mexicanos
José Sobrino Mar, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Objetivo 2.
Coadyuvar con las autoridades estatales y federales en la conservación de las áreas naturales protegidas de la Selva Lacandona y fortalecer las capacidades de la comunidad Lacanjá Chansayab en acciones de vigilancia comunitaria para la detección de ilícitos ambientales e incendios forestales

Responsables:
Elisa Castro Tovar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Allan Joav López Moreno, Natura y Ecosistemas Mexicanos

a) Introducción

Una región de gran relevancia para México por su extensa superficie de selvas húmedas bien conservadas y por los servicios ecosistémicos que provee a escala regional y global se ubica en la Selva Lacandona, en el estado de Chiapas. Además, corresponde a la selva húmeda ubicada en las latitudes más norteñas del mundo y a la más extensa de Mesoamérica. La mayor parte de los ecosistemas naturales de la Selva Lacandona que aún se mantienen en buen estado de conservación se encuentran dentro de siete áreas naturales protegidas (ANP) que abarcan una superficie de aproximadamente 420,000 hectáreas y albergan más del 20% de la biodiversidad nacional, siendo la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) la más notable por su gran extensión (331,000 hectáreas); son los lacandones los dueños de la mayor parte de los territorios de esta Reserva.

No obstante, su importancia para el mundo, para México y para la región, y a pesar de contar con un régimen de protección legal estricto, estas ANP se encuentran seriamente amenazadas principalmente por el avance de la frontera agropecuaria y por los asentamientos irregulares que invaden territorios de los lacandones dentro de la RBMA. Ni las autoridades ambientales por sí mismas, ni el pueblo originario lacandón y sus autoridades, han logrado detener los constantes ilícitos de la región, que están inmersos en una compleja madeja de conflictos políticos, de intereses ilegales y de visiones encontradas.

Las herramientas con las cuales los pobladores lacandones pueden actuar para hacer frente a estos problemas son limitados por diversos factores, tales como que se encuentran aislados, por lo tanto, no hay una comunicación ágil; hay poca claridad en los procedimientos a seguir; hay insuficiente respuesta por parte de las autoridades competentes; así como por el riesgo que representa el enfrentamiento con las personas que realizan los ilícitos, dado que normalmente se encuentran armadas.

Por otra parte, el riesgo de daños a los ecosistemas naturales ocasionado por incendios forestales descontrolados representa una amenaza importante en la región. El daño a los

ecosistemas depende de la capacidad y velocidad de respuesta por parte de las autoridades, por lo que el aviso temprano de los incendios es factor crucial para el control oportuno. El Sistema de Alerta Temprana de Incendios que pone disponible la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), detecta puntos de calor mediante técnicas de percepción remota con el fin de monitorear los incendios forestales y contribuir a su prevención y combate. El uso de esta herramienta y el intercambio de conocimientos con brigadas existentes que tienen la experiencia en atención de incendios, puede ser clave para prevenir incendios forestales.

b) Antecedentes

La incidencia de ilícitos en las ANP de la Selva Lacandona es un problema urgente de atender. Las capacidades institucionales gubernamentales son débiles, por lo cual se requiere de la colaboración de la población local y de organizaciones de la sociedad. Personas generalmente ajenas a la comunidad Lacanjá Chansayab realizan ilícitos en las ANP como cacería furtiva, extracción de madera y palma xate o incluso establecen asentamientos humanos de manera ilegal. Los lacandones cuentan con un grupo de brigadistas comunitarios que auxilian en las tareas de vigilancia, pero su labor es insuficiente por lo que es necesario fortalecerlos para así sumar esfuerzos para la protección de dichas ANP.

Natura y Ecosistemas Mexicanos ha apoyado a las autoridades de la comunidad Lacanjá Chansayab y a los brigadistas lacandones en la vigilancia y defensa de su territorio, y ha sido un actor principal en el establecimiento de puentes de comunicación con las autoridades estatales y federales (Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Medio Ambiente del estado de Chiapas y la Fiscalía Ambiental de Chiapas). Asimismo, contribuye a la protección de las ANP mencionadas mediante la detección de ilícitos e incendios forestales, monitoreo de los cambios en el territorio provocados por los asentamientos irregulares mediante sobrevuelos, así como con la colocación de señalética que indica los límites de las ANP y las actividades restringidas. Además, se mantiene bajo constante monitoreo y vigilancia la zona sur de la RBMA, a lo largo del río Lacantún, por parte del personal de las estaciones de campo Chajul, Tzendales y Lacanjá, desde las cuales opera Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Como resultado de estas tareas se ha contado con información verídica y oportuna, obtenida de los monitoreos, recorridos y del uso de herramientas de interpretación geoespacial. La ágil comunicación y vinculación entre los pobladores y las autoridades competentes representa uno de los aspectos más relevantes a fortalecer para la atención de los problemas mencionados previamente. Asimismo, es necesario fortalecer las capacidades de los brigadistas para la atención de ilícitos e incendios, y mantener este acompañamiento hasta lograr la institucionalización de los procesos de tal manera que la comunidad local se apropie del conocimiento y tenga una participación activa.

El objetivo del presente proyecto es coadyuvar con las autoridades estatales y federales en la conservación de las ANP de la Selva Lacandona y fortalecer las capacidades de la comunidad Lacanjá Chansayab en acciones de vigilancia comunitaria para la detección de ilícitos ambientales e incendios forestales.

c) Resumen de logros:

En cuanto a las actividades realizadas para la detección oportuna de ilícitos (cacería, tala, saqueo de especies y asentamientos ilegales) e incendios forestales en las ANP, en la zona sureste y noreste de la RBMA, Reserva de la Biosfera Lacantún (RBL) y Área de Protección de Flora y Fauna Chankin (APFFCh), se tuvieron los logros que se mencionan a continuación.

Gracias a la presencia permanente del personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos en las estaciones de campo, ubicadas en la RBMA, a sus recorridos por lancha en los ríos Lacantún y Tzendales y por tierra en los senderos circundantes a las dos estaciones de campo, no es frecuente encontrar evidencias de actividad humana en el área de influencia de dichas estaciones. Asimismo, en apoyo a las autoridades federales y estatales, se llevaron a cabo rutinariamente sobrevuelos en avioneta por las ANP, con los que se logró constatar la integridad de sus ecosistemas, así como el estado que guardan los asentamientos irregulares, las nuevas incursiones de población irregular, y los sitios en donde ocurre cambio de uso de suelo.

Por otro lado, los 22 brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab que Natura y Ecosistemas Mexicanos apoya, realizaron en tiempo y forma sus actividades de vigilancia y detección de conatos de incendio. Dichas actividades permitieron tener patrulladas aproximadamente 20,000 hectáreas dentro de la RBMA, el Monumento Natural Bonampak y la reserva comunitaria Sierra Cojolita, por medio de 605 recorridos de vigilancia. Los brigadistas comunitarios sistematizaron mensualmente las observaciones de sus patrullajes y ahora cuentan con un modelo de trabajo que incorpora la herramienta Spatial Monitoring and Reporting Tool (SMART), que es la herramienta que utiliza la propia Comisión de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) para el registro de ilícitos en las ANP. Desde abril de 2022 todos los reportes de sus observaciones se han generado en esta plataforma, logrando así tener sistematizado su trabajo de campo (captura de datos relacionados con ilícitos durante recorridos de vigilancia), contar con análisis de los hallazgos y con reportes de éstos para a las autoridades. El uso de esta herramienta permite hacer más eficiente la documentación sistematizada de los ilícitos (incluyendo georreferencias y frecuencia de hallazgo), mismos que son reportados en un mismo formato de informe, útil para la acción efectiva de las autoridades.

También se realizó diariamente durante la temporada de secas (temporada de mayor riesgo de incendios ya que es cuando se realizan las quemas agropecuarias) el monitoreo de los puntos de calor en las ANP, permitiendo estar alertas sobre a posibles conatos de incendio y

poder tener una respuesta oportuna mediante su aviso inmediato a brigadistas comunitarios y agentes locales involucrados en su atención. No se presentó ningún incendio forestal; sin embargo, el análisis de los puntos de calor muestra que la situación en las ANP (sobretodo en la RBMA) es preocupante por la continua presencia de puntos de calor asociados a actividades agropecuarias que implican pérdida de cobertura forestal en asentamientos humanos (tanto regularizados como irregulares). Este monitoreo aportó información valiosa para la identificación oportuna de zonas prioritarias para la atención de las amenazas detectadas.

Gracias a los análisis realizados anualmente de cambio de uso de suelo en las ANP mediante sistemas de información geográfica utilizando la herramienta MAD-Mex y otras fuentes, se cuenta con información actualizada hasta el año 2021 de la pérdida de cobertura forestal en dichas ANP.

Finalmente, se cuentan con 30 letreros alusivos a la RBMA y la RBL, colocados en el margen del río Lacantún y Tzendales, así como en los arroyos Miranda y José (dentro de la RBMA) que permiten señalizar sus límites y advertir cuales son las actividades no permitidas y con ellos, disuadir y disminuir las acciones ilícitas de cacería, pesca y tala que se realizan en dichas ANP. Asimismo, siendo conscientes de la importancia de estos señalamientos, los comisariados ejidales de tres ejidos ribereños de Marqués de Comillas pidieron apoyo para elaborar letreros en los que se señalara las actividades que dañan al ambiente y que están prohibidas bajo acuerdo de asamblea. Dichos letreros se encuentran colocados en el margen del río Lacantún.

En cuanto a las actividades para la transferencia de la información recabada a las autoridades ambientales y facilitación del diálogo entre autoridades estatales y federales con las autoridades de la comunidad Lacanjá, se alcanzaron los siguientes logros.

Se diseñó e implementó un mecanismo de transferencia de información a las autoridades ambientales vinculada a la detección de ilícitos y conatos de incendios por parte de los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab. Dicho mecanismo incluye un protocolo de detección y atención de ilícitos y otro para conatos de incendios.

Por otro lado, se desarrolló una propuesta de institucionalización de procedimientos para la comunicación de dichos ilícitos y conatos de incendios. El proceso de comunicación se representa mediante un esquema del tipo diagrama de flujo, donde cada elemento descrito representa una actividad o producto que se realiza desde que los ilícitos o conatos de incendio son detectados hasta que son comunicados por distintas vías a las autoridades e instituciones. Además, los elementos distinguen a los actores involucrados en la actividad: los brigadistas comunitarios, las autoridades de Lacanjá Chansayab, Natura y Ecosistemas Mexicanos y las autoridades ambientales. Este modelo tiene el objetivo de atender la comunicación entre los actores e inicia desde que se lleva a cabo la detección de los eventos. Asimismo, permite establecer criterios bien definidos a cumplir en las actividades que componen un proceso y

de esta forma evaluarlas de forma individual, así como al proceso completo. También se realizó una primera evaluación a manera de línea base de propuesta de institucionalización de procedimientos para la comunicación y vinculación entre la comunidad, autoridades ambientales y Natura y Ecosistemas Mexicanos. Se concluyó que los pasos del mecanismo asignados a los brigadistas y a Natura y Ecosistemas Mexicanos se están cumpliendo.

Además, fue posible mantener comunicación constante con el grupo de brigadistas comunitarios y con autoridades de Lacanjá Chansayab. El contacto cotidiano se logró a través de mensajes de WhatsApp, llamadas telefónicas y reuniones presenciales. Las reuniones permitieron compartir información sobre los hallazgos de los brigadistas comunitarios y dar seguimiento a los avances en el uso de herramientas de vigilancia y se determinaron los temas a tratarse en las capacitaciones. Asimismo, permitió que la información de los hallazgos de los brigadistas fluya con las autoridades de su comunidad y con Natura y Ecosistemas Mexicanos, así como intercambiar información, analizarla y desarrollar estrategias para atender la situación sociopolítica de la Comunidad Zona Lacandona que está afectando el territorio lacandón, dentro de las ANP.

Gracias a las labores realizadas para la detección oportuna de ilícitos e incendios (recorridos de vigilancia, sobrevuelos, revisión cotidiana de la plataforma para detectar puntos de calor, análisis de deforestación, etc.), así como la comunicación constante con actores clave de la comunidad lacandona, fue posible la identificación de situaciones y problemas tangibles para ser comunicados a las autoridades. Con esta información, se realizaron 16 reuniones informativas con las autoridades federales y estatales para transmitir la información recabada.

Por otro lado, con el objetivo de que las demandas del pueblo lacandón sean escuchadas y atendidas, se brindó las facilidades necesarias para que las autoridades de Lacanjá Chansayab pudieran tener 10 reuniones con las autoridades de gobierno. En dichas reuniones las autoridades de Lacanjá Chansayab han expresado que no se va a continuar con ningún trabajo mientras no destituyan a Bienes Comunales, porque no los reconocen como autoridad; se tienen que respetar los acuerdos de sus Estatutos relacionado con los límites de sus territorios; las estrategias que se hagan para desarrollo de las subcomunidades se tienen que hacer por separado porque hay intereses y necesidades diferentes en cada subcomunidad.

En cuanto a las actividades para fortalecer las capacidades de los brigadistas lacandones para contribuir a la vigilancia y conservación de las ANP, se logró que obtuvieran conocimientos a cerca de: importancia del monitoreo y vigilancia, generalidades del ecosistema y de sus procesos ecológicos, uso de equipo (GPS, binoculares, cómputo básico, etc.) y herramientas para la vigilancia y monitoreo (anotación y captura de datos, interpretación de mapas, plataforma Forest Watcher, SMART, Sistema de Alerta de Incendios, etc.). Asimismo, se les brindó material audiovisual en forma de videos para que los brigadistas puedan contar con información fuera de línea de los conocimientos adquiridos.

Con la obtención de estos conocimientos, se logró que los brigadistas comunitarios hagan uso de la herramienta SMART para registrar todas sus observaciones en campo y de esta forma poder transmitir esta información de una forma más completa y ordenada. Asimismo, los brigadistas comunitarios y las autoridades de Lacanjá Chansayab cuentan con conocimientos sobre el marco legal ambiental mexicano y están capacitados sobre los procedimientos legales para la elaboración de denuncias según el tipo de ilícito ambiental registrado. Después de los tres años que abarcó este proyecto se logró que el grupo de brigadistas comunitarios esté consolidado, con un modelo de trabajo eficaz y con mecanismos de comunicación establecidos para trasmitir la información que recaban a sus autoridades locales, a Natura y Ecosistemas Mexicanos y a las autoridades gubernamentales.

d) Obstáculos del proyecto:

Dada la emergencia sanitaria que se presentó durante 2020, ciertas actividades del presente proyecto que requerían trabajar con agentes locales sufrieron un retraso; sin embargo, posteriormente fue posible poner al corriente el cronograma de actividades, logrando así realizarlas todas y alcanzar todas las metas comprometidas.

No se presentaron obstáculos para desarrollar las actividades del proyecto, sin embargo, continúan existiendo situaciones que ponen en riesgo la conservación de las ANP de la Selva Lacandona. Dichas situaciones se describirán y analizarán en los apartados a continuación.

e) Desarrollo de actividades

Para alcanzar el objetivo de "Coadyuvar con las autoridades estatales y federales en la conservación de las áreas naturales protegidas de la Selva Lacandona y fortalecer las capacidades de la comunidad Lacanjá Chansayab en acciones de vigilancia comunitaria para la detección de ilícitos ambientales e incendios forestales" se llevaron a cabo tres grandes acciones con sus respectivas actividades. Las acciones del presente objetivo y que se desarrollan a continuación son:

- 2.1 Detección oportuna de ilícitos (cacería, tala, saqueo de especies y asentamientos ilegales) e incendios forestales en las áreas naturales protegidas en la zona sureste y noreste de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Reserva de la Biosfera Lacantún y Área de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin;

- 2.2 Transferencia de la información recabada a las autoridades ambientales (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional Forestal y al gobierno del estado de Chiapas) y facilitación del diálogo entre autoridades estatales y federales con las autoridades de la comunidad Lacanjá; y,

- 2.3 Fortalecer las capacidades de los brigadistas lacandones para contribuir a la vigilancia y conservación de las ANP.

Acción 2.1 <u>Detección oportuna de ilícitos (cacería, tala, saqueo de especies y asentamientos ilegales) e incendios forestales en las áreas naturales protegidas en la zona sureste y noreste de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Reserva de la Biosfera Lacantún y Área de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin.</u>

I. Recorridos permanentes por tierra y lancha dentro de las áreas naturales protegidas por parte de las brigadas de vigilancia de la comunidad Lacanjá Chansayab, guías comunitarios y técnicos de campo de Natura y Ecosistemas Mexicanos.
II. Sistematización mensual de las observaciones y establecimiento de mecanismos de alerta temprana en caso de detección de ilícitos.
III. Consulta y análisis del sistema de alerta de incendios mediante los puntos de calor detectados por Conabio en la época de secas.
IV. Detección y análisis de cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas mediante sistemas de información geográfica utilizando la herramienta MAD-Mex (Monitoring Activity Data for the Mexican REDD+ program).
V. Colocación y mantenimiento de señalética informativa sobre los usos permitidos y prohibidos en las áreas naturales protegidas.

Indicador de progreso comprometido: 100%; indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Recorridos permanentes por tierra y lancha dentro de las áreas naturales protegidas por parte de las brigadas de vigilancia de la comunidad Lacanjá Chansayab, guías comunitarios y técnicos de campo de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Actividades ilegales como el aprovechamiento sin autorización de recursos forestales no maderables, la cacería, las quemas que provocan incendios forestales, el avance de la frontera agropecuaria y las invasiones, amenazan la integridad de las áreas naturales protegidas (ANP) de la Selva Lacandona. Para evitar, y en su caso denunciar, actividades que provocan deterioro ambiental en estos sitios prioritarios de conservación, personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos realiza cotidianamente recorridos por lancha en el río Lacantún (límite sur de las Reservas de la Biósfera Montes Azules y Lacantún) y por el río Tzendales (al interior de la Reservas de la Biósfera Montes Azules), y por tierra en los senderos circundantes a las dos estaciones de campo, desde donde Natura y Ecosistemas Mexicanos opera. A lo largo del periodo que comprendió el presente proyecto, se realizaron recorridos diariamente por el río Lacantún y semanalmente por el río Tzendales (figura 1), así como recorridos diarios por tierra a lo largo de los senderos circundantes a las dos estaciones de campo, estación Chajul y estación Tzendales (figura 2). Gracias a la presencia permanente del personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos en las estaciones de campo, no es frecuente encontrar evidencias de actividad humana.















Figura 1. Recorridos por lancha por el río Lacantún y Tzendales por parte del equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos.





Figura 2. Recorrido por tierra en los senderos circundantes a las estaciones de campo dentro de la Reserva de la Biosfera Montes Azules por personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

De igual manera, con el apoyo de Natura y Ecosistemas Mexicanos, 22 brigadistas comunitarios lacandones realizan actividades de inspección, vigilancia y detección de incendios a través de recorridos por tierra al interior de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), por el Monumento Natural Bonampak (MNB) por la reserva comunitaria Sierra Cojolita y por otras áreas colindantes a su comunidad (ver los detalles en el apartado II). Los brigadistas se dividen en 5 grupos y cada grupo realiza de 4 a 5 recorridos al mes, por lo que prácticamente se realizan recorridos cada tercer día (figura 3 a 5). Con estos recorridos se abarca una superficie de aproximadamente 20,000 hectáreas patrulladas mensualmente. En el periodo comprendido en el presente proyecto realizaron 605 recorridos de entre 5 y 7 horas (con un total aproximado de 3,630 horas de patrullaje en los tres años que abarcó el proyecto).



Figura 3. Fotografías compartidas por los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab de sus recorridos de vigilancia.

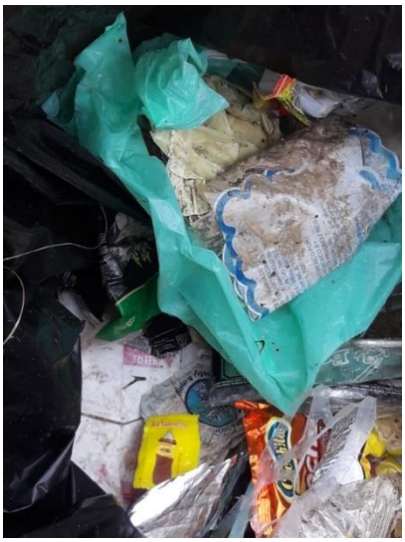
























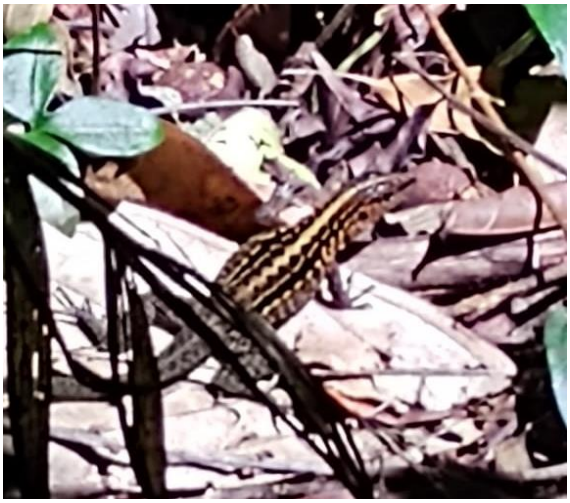







Figura 4. Fotografías compartidas por los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab de evidencia de presencia humana e ilícitos observados durante sus recorridos: basura, fogatas, tapesco para cacería, restos de corta de palma xate, restos de animales cazados, campamentos rústicos de cazadores, tumba y cultivo agrícola realizado por comuneros de Nueva Palestina encontrado dentro del territorio de la etnia lacandona (límite de la RBMA), etc.







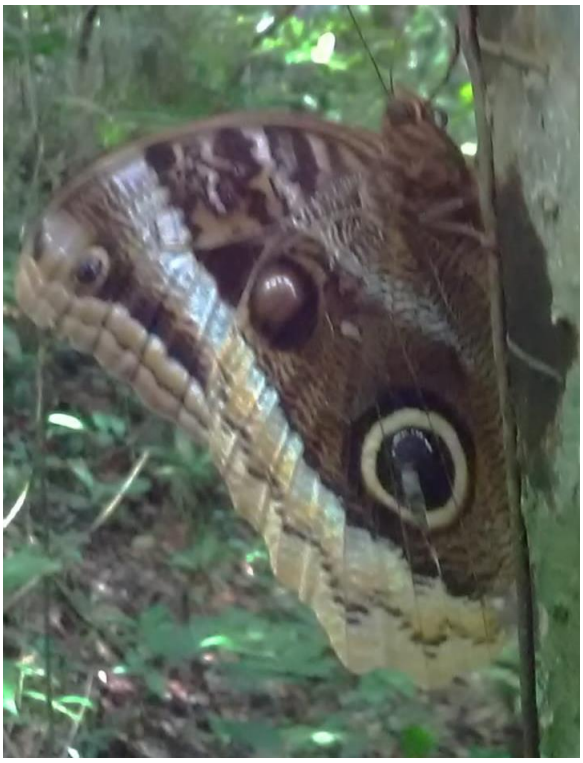






Figura 5. Fotografías compartidas por los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab de fauna y rastros de la misma, observada durante sus recorridos.

Asimismo, en apoyo a las autoridades federales y estatales, se llevan a cabo rutinariamente en la temporada que el clima lo permite (diciembre a mayo) recorridos aéreos de monitoreo (sobrevuelos en avioneta) por las ANP para constatar la integridad del ecosistema, así como el estado que guardan los asentamientos irregulares, las nuevas incursiones de población irregular, y los sitios en donde ocurre cambio de uso de suelo. A continuación, se presenta un mapa de las invasiones que se monitorean periódicamente.

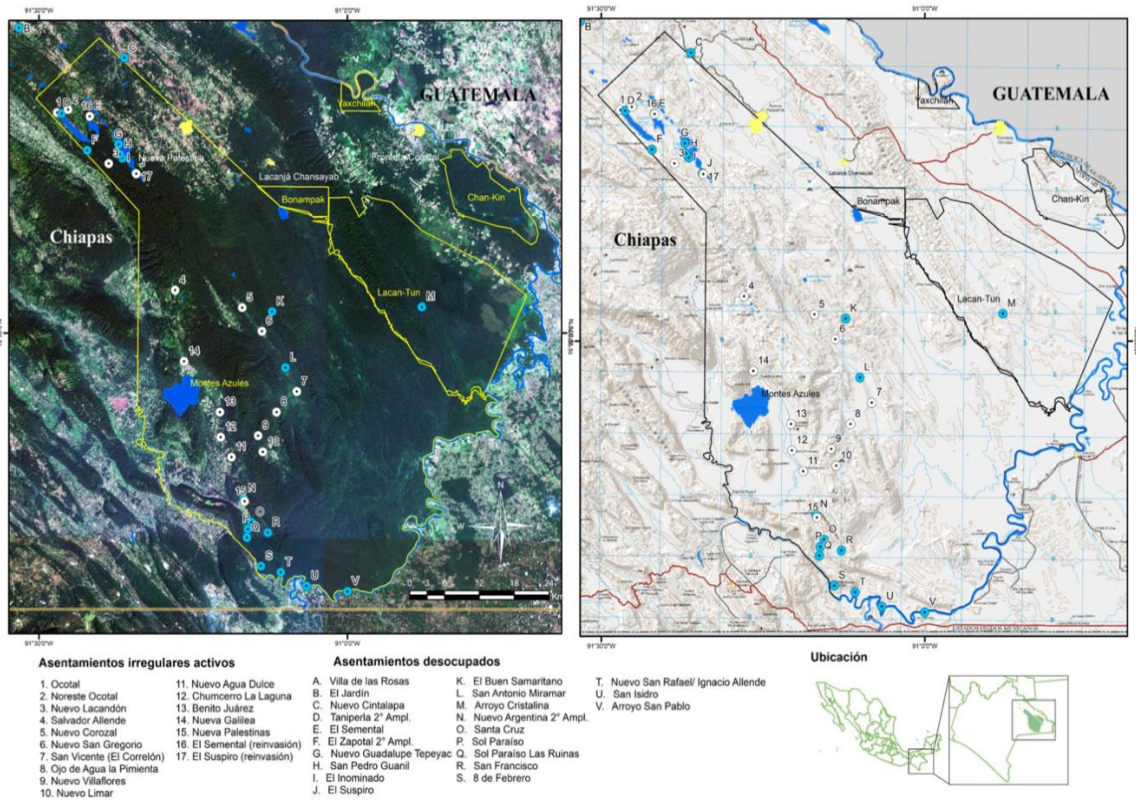


Figura 6. Invasiones activas y desocupadas en la RBMA que se monitorean por medio de sobrevuelos.

Durante 2020, 2021 y 2022 se realizaron quince sobrevuelos sobre las ANP de la Selva Lacandona. Para el último sobrevuelo que se realizó en abril de 2022, se solicitó al técnico especializado en sistemas de información geográfica que registrara la ruta que llevó la avioneta. Se utilizó la herramienta GPS Logger para el registro de la pista y se elaboró un proyecto personalizado de QField para el reconocimiento de lo que se iba observando en el sobrevuelo, obteniendo las georreferencias de las invasiones. A continuación, se presenta la ruta del sobrevuelo y con las referencias de las invasiones.

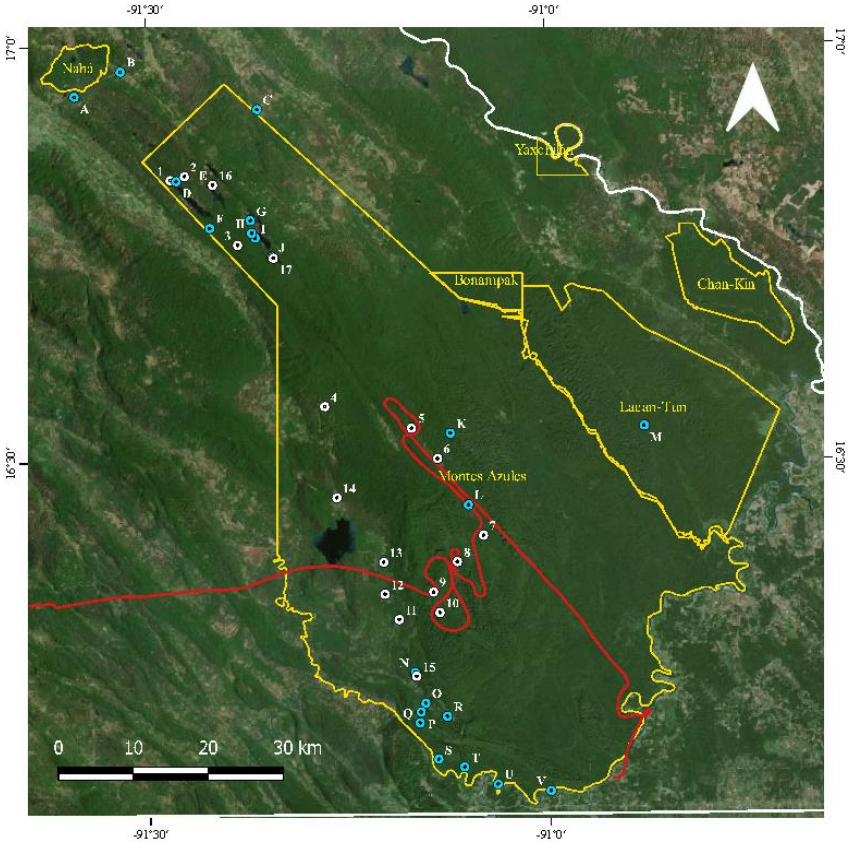


Figura 7. Ruta del sobrevuelo realizado en abril de 2022.

A continuación, se comenta la situación de cada invasión, haciendo referencia a la zona en la que se encuentra según la zonificación del programa de manejo de la RBMA y la tenencia de la tierra.

a) Tres invasiones antiguas en la zona de los ejidos que corresponde a la Zona de Aprovechamiento Sustentable: Nueva Galilea, Chumcerro y Benito Juárez (12, 13, 14). Estos asentamientos tienen trámites de regularización avanzados desde hace años.

b) Tres invasiones en la Zona de Protección que pertenece a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp): Nuevo Limar y Ojo de Agua la Pimienta (vinculadas al EZLN) y Nuevo Villa Flores (independiente). Las dos últimas muestran interés por negociar su reubicación (8, 9, 10).

c) En la Zona de Uso Restringido-

Dentro del Polígono Comunidad Zona Lacandona (CZL):

- San Gregorio, Ranchería Nueva Corozal y Salvador Allende (4, 5, 6). Son 3 invasiones que reclaman su regularización. Corresponde a territorio de la etnia lacandona y los lacandones se oponen a la regularización. Es un área de extrema fragilidad por estar en el centro de la RBMA.

- San Vicente El Correlón (7). No es defendido por ningún grupo. Provocó un incendio de 200 hectáreas en 2019. Es un área de extrema fragilidad por estar en el centro de la RBMA.
- Nuevo Lacandón (3). Grupo de jóvenes del ejido San Caralampio. Las autoridades de Bienes Comunales de la CZL les cedieron los terrenos con un acuerdo ilegal firmado en 2013. San Caralampio no limita con la CZL, ya que entre ambos límites se encuentran tierras federales. La cesión de estos terrenos y la entrada de Nuevo Lacandón implica la ocupación de la meseta norte de la RBMA en donde se encuentra el sistema lagunario más importante de la región, principal recarga de la parte mexicana de la cuenca del Usumacinta. Zona de alta fragilidad ecológica - hidrológica.
- Dos re-invasiones: El Semental y El Suspiro (16 y 17) en el sistema lagunario más importante de la región, principal recarga de la parte mexicana de la cuenca del Usumacinta, zona de alta fragilidad ecológica - hidrológica.

Fuera del Polígono de CZL, en los terrenos de los ejidos:

- Ocotal y Noroeste Ocotal (1 y 2). La primera vinculada a la ARIC y la segunda al EZLN. Se encuentra el sistema lagunario más importante de la región, principal recarga de la parte mexicana de la cuenca del Usumacinta, zona de alta fragilidad ecológica - hidrológica.
- Nuevas Palestinas (15). Colinda con la parte sur del polígono de Conanp.

d) En la Zona de Aprovechamiento y Uso Sustentable-

Fuera del Polígono de CZL, en los terrenos de los ejidos:

- Nuevo Agua Dulce (11). No se tiene la precisión de su ubicación. Parece estar dentro de los terrenos del ejido Nuevo Linda Vista.

En los sobrevuelos de 2022 se recorrieron los sitios en donde se encuentran las invasiones, lo que permitió detectar los siguientes puntos:

- San Vicente: se han extendido los trabajaderos de las dos familias que allí habitan.
- San Gregorio: se observan menos casas habitadas. Se tiene información de que después de hechos de violencia ocurridos en agosto 2021, un grupo de habitantes de este asentamiento irregular abandono la población.
- Ranchería Corozal: los habitantes de esta invasión abandonaron la localidad después de los hechos de violencia y las casas están desmanteladas. Parece que esta invasión desaparece.
- En la zona de los terrenos que corresponden a Conanp se encuentra la población de Nuevo Limar y la población ha extendido sus trabajaderos en los terrenos de los lacandones.
- En La Pimienta se registra con un asentamiento pequeño que no ha crecido.
- Nuevo Villa Flores se encuentra acotado y no parece crecer en la ocupación de su territorio.

A continuación, se presentan imágenes de las invasiones capturadas durante los sobrevuelos realizados durante el periodo que abarca el presente proyecto.



Figura 8. Asentamiento irregular San Vicente “El Correlón”.

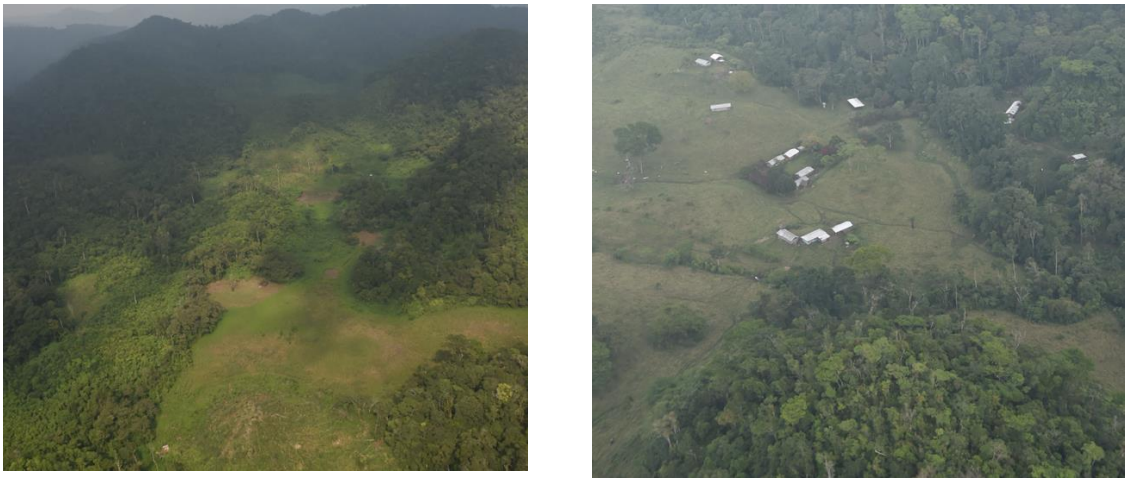


Figura 9. Asentamiento irregular Ranchería Corozal.





Figura 10. Asentamiento irregular San Gregorio.



Figura 11. Pista de Loma Linda con avión quemado y en custodia por el ejercito.



Figura 12. Asentamiento irregular La Pimienta.



Figura 13. Asentamiento irregular Nuevo Villaflores.



Figura 14. Asentamiento irregular Nuevo Limar.



Figura 15. Asentamiento irregular Ranchería Corozal.

II. Sistematización mensual de las observaciones y establecimiento de mecanismos de alerta temprana en caso de detección de ilícitos.

La incidencia de ilícitos en las ANP de la Selva Lacandona es muy alta y la respuesta y las capacidades institucionales gubernamentales resultan insuficientes. Los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab permanentemente expresan mucha molestia e inconformidad de que no se aplica la ley. El riesgo que representa para los brigadistas actuar ante el hallazgo de personas realizando ilícitos es muy alto, dado que normalmente se encuentran armadas. A pesar de ello, resultan de gran relevancia los recorridos que realizan, tanto para tener presencia en su territorio, como por la información que recaban sobre la frecuencia y los sitios en donde se están llevando a cabo los ilícitos para tener un registro.

La información colectada por los brigadistas se transmite en primer lugar a la autoridad de la comunidad Lacanjá Chansayab. Esto lo realiza tanto el coordinador de los brigadistas como el personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos cada que se tiene comunicación con el subcomisariado de Lacanjá Chansayab. Asimismo, se comunica al director y/o personal de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) de la Conanp, en las diversas reuniones que se tienen con ellos. Sin embargo, anteriormente no había resultado lo suficientemente eficiente la manera de reportar los ilícitos y la información no es tomada en cuenta para actuar en consecuencia. Por esta razón se propuso como objetivo la puesta en marcha de un modelo de trabajo incorporando la herramienta Spatial Monitoring and Reporting Tool (SMART), que es la herramienta que utiliza la propia Conanp para el registro de ilícitos en las ANP.

La herramienta SMART tiene como objetivo facilitar el monitoreo espacial e informe de ilícitos en ANP. Es una herramienta que permite colectar, almacenar, evaluar y comunicar datos útiles para la vigilancia y aplicación de la ley dentro de las áreas de conservación. Una de las principales ventajas de esta herramienta es su gran plasticidad, que permite personalizarse y adaptarse a distintos modelos de trabajo, contextos y capacidades. Esto gracias a que es una herramienta que puede configurarse de forma personalizada en la mayor parte de sus componentes. El objetivo de la incorporación de la herramienta SMART a los mecanismos de alerta temprana en caso de detección de ilícitos, es sistematizar el trabajo de campo realizado por los brigadistas comunitarios (captura de datos relacionados con ilícitos durante recorridos de vigilancia), el análisis de los hallazgos y el reporte de éstos a las autoridades; el uso de esta herramienta permitirá hacer más eficiente la documentación sistematizada de los ilícitos (incluyendo georreferencias y frecuencia de hallazgo), mismos que podrán ser reportados en un mismo formato de informe, útil para la acción efectiva de las autoridades.

Como primera etapa se configuró un área de trabajo, denominada en SMART “Área de conservación”. En este caso el área geográfica delimitada incluye los polígonos de la RBMA y el Monumento Natural Bonampak, así como sus zonas de influencia que incluyen a la Reserva comunitaria Sierra Cojolita. El área de conservación está vinculada a la estructura de la organización que patrulla el sitio, por lo que se configuraron los usuarios que

participarán en el levantamiento de datos, incluyendo perfiles de administradores de datos, equipo técnico, brigadistas comunitarios, etc., con sus respectivos permisos, así como las estaciones de campo o zonas geográficas donde realizan las labores de vigilancia (figura 16).

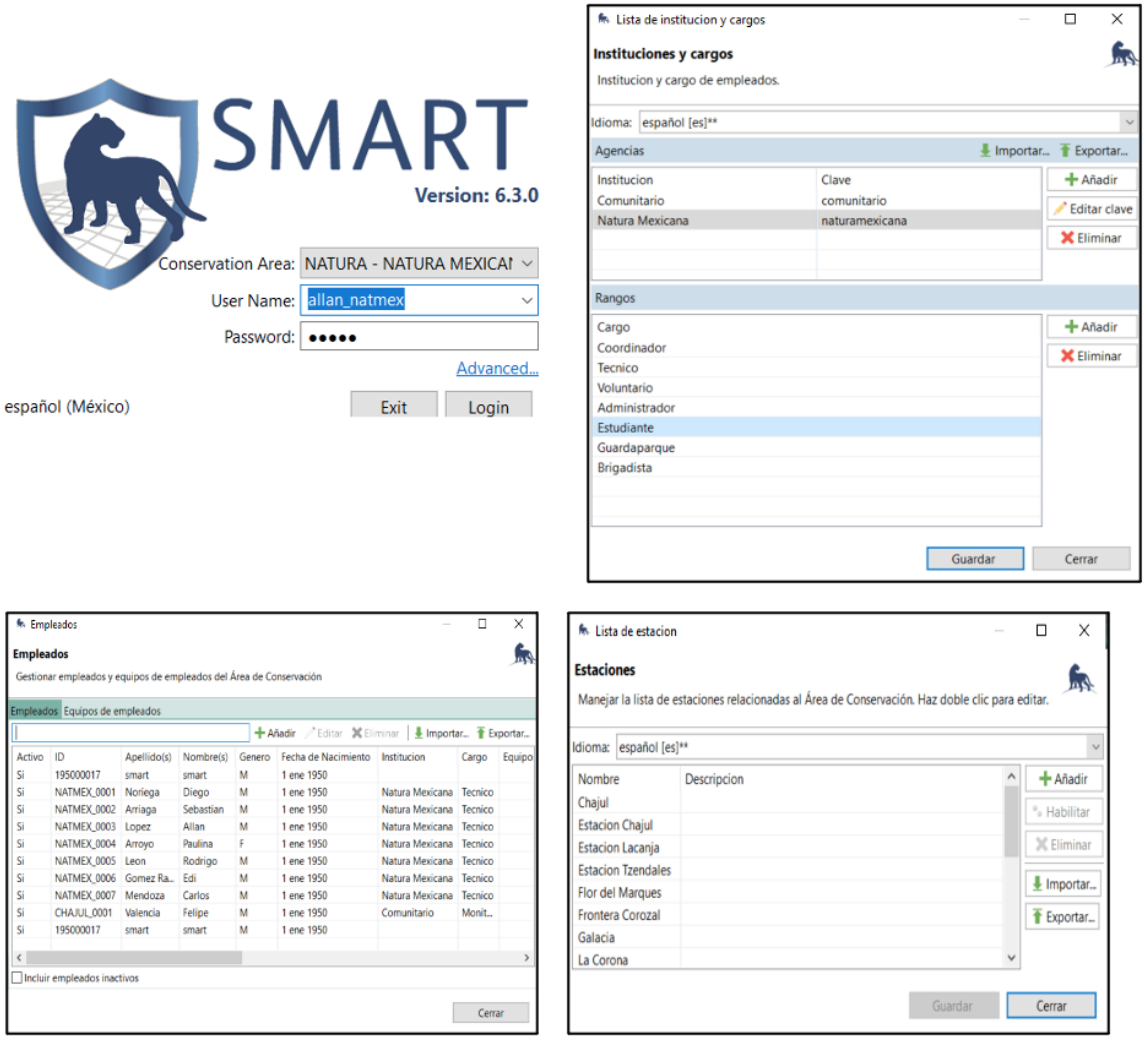


Figura 16. Capturas de pantalla de SMART, mostrando el área de conservación creada, los cargos, perfiles de usuarios con permisos y estaciones de trabajo.

Después de configurar el área de conservación, se configuró un modelo de datos útil para el trabajo actual de los brigadistas comunitarios. Este modelo de datos articula los hallazgos de los recorridos de vigilancia con el análisis de los ilícitos y el informe a las autoridades para que permita después servir de apoyo en la toma de decisiones. La boleta para el levantamiento de datos en campo, mediante dispositivos móviles, se creó tomando como base la boleta que actualmente utilizan los guardaparques y brigadistas de la Conanp, permitiendo generar información compatible con los esfuerzos que esta institución ya realiza en otras ANP en la sistematización de la información relativa a ilícitos.

El modelo permite hacer un levantamiento de datos durante los recorridos de vigilancia, capturando la información relativa a los siguientes casos: amenaza de fauna, daño a ecosistemas, incendios, contaminación, avistamiento de especies y avistamiento de personas, etc. Cada posible caso de ilícitos se puede documentar y tipificar de forma sencilla. La configuración actual permite la documentación con fotografía, descripciones, ubicación de coordenadas geográficas mediante el GPS de los dispositivos móviles, así como la pista de los recorridos (figura 17).

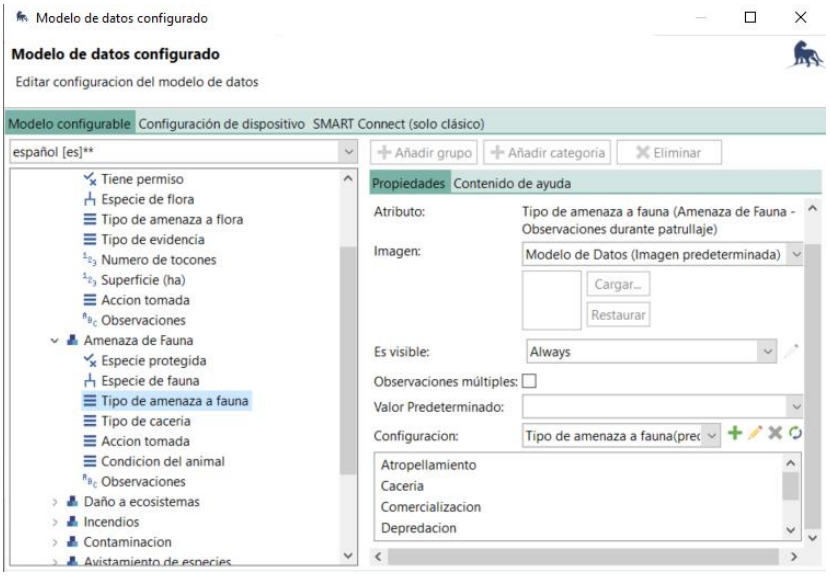


Figura 17. Modelo de datos configurado para los recorridos de vigilancia de los brigadistas comunitarios.

Junto con la boleta configurada para el levantamiento de datos en campo, se generaron mapas base que ayudan a los usuarios en la ubicación de sitios en campo y a la interpretación de la información generada (figura 18).

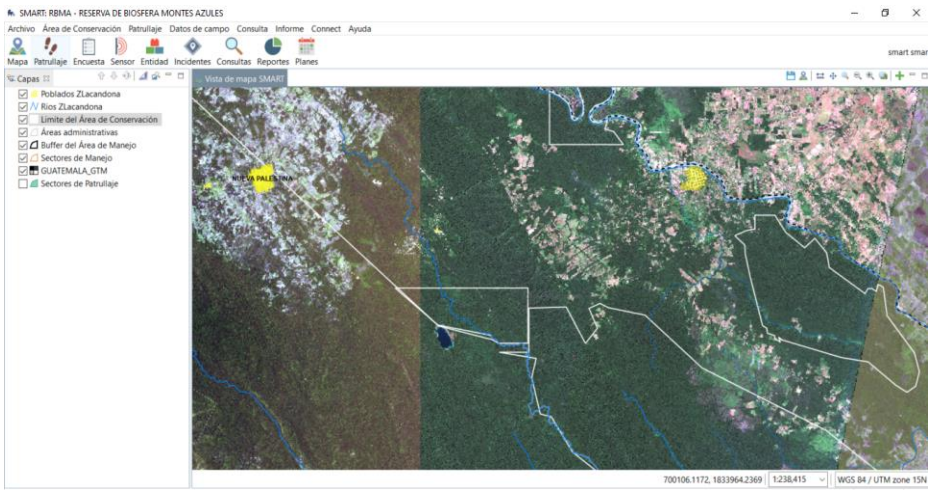


Figura 18. Captura de pantalla del mapa base creado para las boletas y el análisis espacial de la información recopilada.

Para que los brigadistas comunitarios cuenten con las capacidades necesarias para utilizar SMART, se realizaron diversas capacitaciones a lo largo del periodo que comprende el presente proyecto (ver más adelante la acción 2.3 del presente informe). Asimismo, la consolidación del modelo de datos requiere de ciclos de adaptación alimentados por la retroalimentación de los brigadistas al aplicar el modelo en campo. Por este motivo, desde que los brigadistas comenzaron a usar SMART (abril del presente año), se ha mantenido comunicación constante con el grupo de brigadistas para resolver dudas de los primeros esfuerzos de implementación y se realizaron los ajustes necesarios. Actualmente ya se cuenta con una boleta de SMART que les funciona y ya realizan todos sus registros en ella.

En las capacitaciones mencionadas anteriormente, también se trabajó con mapas para identificar geográficamente las zonas más vulnerables en cuanto a ilícitos e incendios forestales. Estas zonas coinciden con las colindantes con las comunidades vecinas (Nueva Palestina y Frontera Corozal), que es donde a lo largo de los años de vigilancia de los brigadistas se han encontrado el mayor número de ilícitos. En una visita del Comisionado de Conanp a mediados de febrero, las autoridades de Lacanjá Chansayab informaron a cerca de los ilícitos y las zonas en las que los observan. Esta información resulta muy valiosa y se obtuvo gracias a la presencia y trabajo que realizan actualmente los brigadistas.

Es importante mencionar que las personas que integran el grupo de brigadistas son actores clave para la conservación de estos espacios naturales en la región (exautoridades lacandonas y también líderes que muy posiblemente serán en un futuro nuevas autoridades). Es por lo que resulta muy importante fortalecer sus capacidades, mantenerlos involucrados en la defensa de su territorio y mantener una relación cercana con ellos. Aunque ha sido un proceso lento, estamos notando un gran avance en la obtención de habilidades para el registro y comunicación de ilícitos.

A lo largo del periodo comprendido entre el comienzo del presente proyecto (enero 2020) y marzo de 2022, los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab sistematizaron las observaciones de sus recorridos a mano, elaborando un reporte mensual con la información y marcando en naranja las observaciones vinculadas a actividad humana e ilícitos. Los reportes que realizaron a mano se presentan en el Anexo2.1a_2022-6.

Como se mencionó anteriormente, los brigadistas comenzaron a utilizar SMART en abril de 2022, logrando elaborar sus reportes en dicha aplicación desde entonces (Anexo2.1b_2022-6). Lograr que los brigadistas utilicen esta plataforma es un gran avance, ya que son reportes mucho más completos a los que elaboraban anteriormente: en los reportes de SMART se georreferencian las observaciones, se pueden capturar fotografías de las mismas y elaborar anotaciones relevantes. Los reportes de SMART fueron enviados a la directora de la RBMA y se espera que, ya teniendo la información con ese detalle, las autoridades puedan tomar cartas en el asunto.

Es importante resaltar que de los 605 recorridos realizados durante el periodo que abarcó el presente proyecto, en 170 (casi en una tercera parte) encontraron evidencias de actividad humana, en su mayoría vinculadas a ilícitos. Muchas de las observaciones están relacionadas a actividad humana dentro de su territorio (fogatas, huellas de personas y caballos, basura, voces), mientras que otras son claramente evidencias de ilícitos (estructuras para cazar, restos de corta de palma xate, personas armadas, etc.).

III. Consulta y análisis del sistema de alerta de incendios mediante los puntos de calor detectados por Conabio en la época de secas

Anualmente miles de hectáreas de vegetación se ven afectadas por incendios forestales en México, habiendo años en los que estas afectaciones son aún mayores. Un ejemplo de ello fueron los eventos ocurridos en 1998, año cuya frecuencia y magnitud de incendios fue muy grande. Asimismo, el año 2011 se caracterizó por la presencia de mega-incendios, afectando más de 900,000 hectáreas (Conafor, 2012). Ante esta situación fue evidente la importancia de contar con Sistemas de Alerta Temprana, que permitan actuar de forma oportuna ante conatos de incendios, evitando su crecimiento y propagación.

Desde 1999 la Conabio ha desarrollado el programa para la detección de puntos de calor mediante técnicas de percepción remota. Este programa utiliza imágenes del sensor Advanced Very High Resolution Radiomer (AVHRR) y del Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), las cuales son recibidas operacionalmente en la estación de recepción ubicada en las instalaciones de la Conabio con el objetivo de contribuir en la detección temprana de incendios forestales. El sistema está conformado por tres componentes asociados a las etapas de la gestión de riesgo: antes (alerta temprana), durante (monitoreo de puntos de calor) y después (identificación de áreas quemadas) (Cruz, 2013).

Los puntos de calor son cualquier parte de la superficie terrestre que emita suficiente radiación para que los satélites puedan detectarlo y diferenciarlo del resto de la superficie. Dicha radiación resulta de altas temperaturas, como las de un incendio, una quema agropecuaria o actividad industrial. Natura y Ecosistemas Mexicanos monitorea los puntos de calor de las ANP de la Selva Lacandona y de sus áreas de influencia, publicados por el Sistema de Alerta Temprana de Incendios; asimismo, notifica a brigadistas comunitarios y autoridades en caso de encontrar algún patrón que pudiera indicar la presencia de un conato de incendio. El reporte de puntos de calor se obtiene de la página de Conabio (http://incendios1.conabio.gob.mx/) con corte a las 15:00 horas; los puntos se filtran, priorizando aquellos que se encuentran dentro o en la zona de influencia de las ANP.

El monitoreo de los puntos de calor se realizó diariamente durante la temporada de secas (temporada de mayor riesgo de incendios, ya que es en la que se realizan las quemas agropecuarias), permitiendo mantener una respuesta oportuna a posibles conatos de incendio mediante su aviso inmediato a brigadistas comunitarios y agentes locales involucrados en su

atención. Además del aviso oportuno, se realiza el análisis de la distribución espacial de los puntos de calor que permite entender dinámicas territoriales que ocurren en las ANP; la distribución y densidad de puntos de calor nos ayudan a identificar zonas de preocupación donde podrían estar ocurriendo cambios de uso de suelo y actividades que representan presiones y riesgos para las ANP.

El análisis realizado a lo largo del periodo que comprende el presente proyecto (2020, 2021 y 2022), mostró una distribución y frecuencia muy distinta entre ellos, siendo claro que el año de mayor incidencia de puntos de calor en las ANP de la Selva Lacandona fue 2020. Los meses de mayor presencia de puntos de calor en los tres años de análisis fueron abril y mayo, siendo mayo de 2020 el mes de mayor actividad.

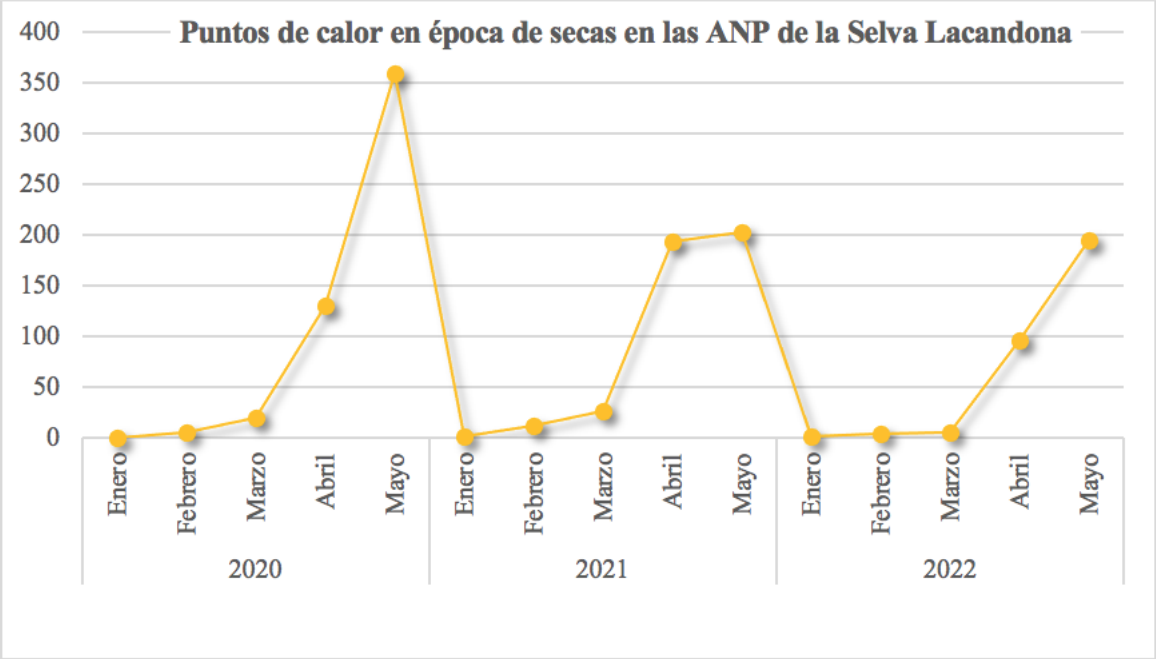


Figura 19. Puntos de calor en época de secas (enero a mayo) en las ANP de 2020 a 2022.

Los análisis de presencia de puntos de calor se realizaron para cada ANP y mostraron que la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) y Reserva de la Biosfera Lacantún (RBL) son las que más puntos de calor presentaron en los tres años. Para un mejor entendimiento de las dinámicas territoriales asociadas a los puntos de calor, se clasificaron según su ubicación dentro de las ANP de acuerdo con el tipo de vegetación y, para el caso de la RBMA, también según la categoría de manejo determinada en su Plan de Manejo y la tenencia de la tierra.

Entre 2020 y 2022 la mayor parte de puntos se ubicó en selva alta perennifolia, lo que indica que dichos puntos pueden estar asociados a cambio de uso de suelo; el segundo tipo de vegetación con más frecuencia de puntos de calor fue el pastizal (tanto inducido como

cultivado), seguido de los puntos ubicados en zonas agrícolas. No se registraron incendios forestales, por lo que los puntos de calor detectados nos sugieren que fueron quemas controladas para actividades agropecuarias. Esta situación es preocupante porque la presencia continua de los puntos en los tres años nos indica que las actividades agropecuarias se siguen extendiendo en el territorio dentro de las ANP, principalmente en la RBMA.

Tabla 1. Puntos de calor clasificados por tipo de vegetación en las ANP, en la RBMA distinguiendo de acuerdo con la zonificación del Programa de Manejo y tenencia.

Puntos de calor por tipo de uso de suelo																						
ANP		Puntos de calor detectados para la época de secas en los años entre 2020 y 2022																				
		Selva alta perennifolia			Pastizal cultivado/inducido			Agricultura de temporal			Bosque de pino encino			Bosque de mesofilo			Tular			Total 2020	Total 2021	Total 2022
		2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022			
RBMA - Región Lacandona	Uso Restringido	77	60	22	6	4	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	69	28
	Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	27	16	26	7	6	7	7	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	30	38
	Asentamientos humanos	2	4	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	0
RBMA - Región Tzeltal	Uso Restringido	19	11	10	1	0	1	27	7	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	47	18	19
	Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	28	46	27	6	5	2	9	16	11	0	0	0	0	0	0	1	1	0	44	68	40
RBMA - Otra tenencia	Uso Restringido	33	47	21	5	6	2	15	12	10	2	1	1	1	0	1	0	0	0	56	66	35
	Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	131	74	60	60	37	40	21	15	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	214	127	101
	Protección	3	3	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	9
Lacan-tun		8	24	16	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	8	32	17
Chan-Kin		4	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	3
Yaxchilán		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Bonampak		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nahá		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metzabok		1	9	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0
Total		334	295	195	91	64	58	79	67	34	3	1	1	2	1	2	1	5	1	510	433	291

Como se mencionó anteriormente, el año 2020 fue el de mayor presencia de puntos de calor (510), concentrados principalmente en la RBMA, con la mayor incidencia dentro de su zona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales con selva alta perennifolia. Los puntos de calor detectados estuvieron presentes especialmente en las zonas que corresponden a los asentamientos humanos (tanto regulares, como irregulares) ubicados alrededor de la Laguna Miramar, así como en la zona norte. Este año se destaca también por la cantidad de puntos situados en las zonas cercanas a las ANP, especialmente en la zona comprendida entre la RBL y el Área de Protección de Flora y Fauna Chankin (APFFCh), así como en la cercanía al Monumento Natural Yaxchilán (MNY).

El año 2020 también es el año en el que más ANP tuvieron presencia de puntos dentro de sus polígonos, además de la RBMA presentaron puntos: APFFCh (4), RBL (8), MNY (1) y Área de Protección de Flora y Fauna Metzabok (1).

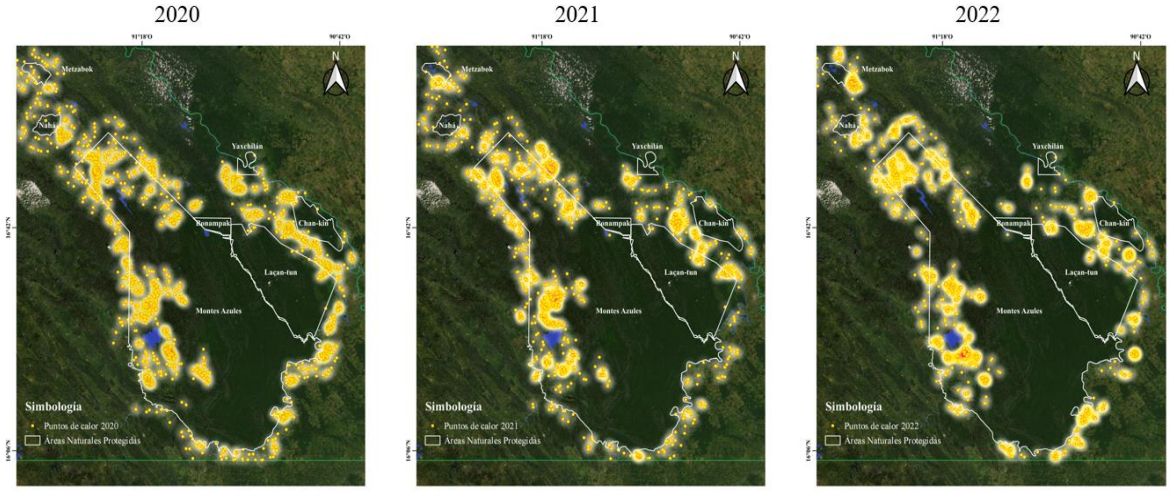


Figura 20. Puntos de calor dentro de las ANP de la Selva Lacandona y en su zona de influencia, durante la época de secas de 2020 a 2022.

El año 2021 es el segundo año con mayor presencia de puntos de calor (433), concentrándose principalmente en las mismas zonas que los de 2020. En este año en la RBMA los puntos de calor fueron mayores con respecto al año anterior en la zona de Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que corresponde al territorio de la comunidad Nueva Palestina, así como en la zona de Uso Restringido cerca de la Laguna Miramar (sitios donde se ubican asentamientos irregulares). Estos puntos de calor se ubicaron en su mayoría en sitios con selva alta perennifolia, lo que sugiere cambios de uso de suelo (deforestación) para incrementar superficies agropecuarias.

También en 2021 llama la atención la alta frecuencia de puntos en la RBL. Dichos puntos se sitúan además en las zonas quemadas en los incendios suscitados en 2019, indicando que los sitios quemados podrían estar siendo ahora utilizados para el establecimiento de actividades agropecuarias dentro de la ANP. En 2022 la frecuencia de puntos en esta zona es menor, pero se continuaron detectando algunos de ellos, lo que refuerza la conclusión de que las tierras quemadas en 2019 están siendo utilizadas para actividades agropecuarias.

El año 2022 fue en promedio el de menor frecuencia de puntos de calor durante su época de secas (291). En el caso de la RBMA se pudo observar un aumento en la presencia de puntos de calor con respecto a los años anteriores en la zona de Aprovechamiento sustentable del territorio lacandón de Lacanjá Chansayab, aunque de acuerdo con la información proporcionada por dicha comunidad y brigadistas comunitarios, esta comunidad no tiene presencia en esa zona ni realiza actividades agrícolas en ella. Esta porción de territorio ha

sido invadida para la extensión de las actividades agropecuarias que realiza la comunidad Nueva Palestina.

La zona de protección en la RBMA registró el mayor número de puntos de calor en 2022 con respecto a los años anteriores, situación grave porque la ubicación de dichos puntos da evidencia de la presencia de asentamientos irregulares en territorio lacandón. Es en este sitio donde se ubican Nuevo Limar, Nuevo Villaflores y Ojo de Agua La Pimienta; los puntos de calor indican que estos asentamientos se mantienen activos realizando actividades agropecuarias en sitios prioritarios para la conservación.

El análisis muestra que la situación en la RBMA es preocupante por la gran cantidad y continua presencia de puntos de calor asociados a actividades agropecuarias, mismas que son potenciales detonadores de incendios. La ubicación y distribución espacial de los puntos de calor a lo largo de estos tres años permite identificar cuatro zonas de preocupación en la RBMA (figura 21):

1. Sureste de Laguna Miramar: corresponde a quemas agropecuarias que se han extendido sobre la Reserva de los asentamientos irregulares Nuevo Limar, Nuevo Lindavista y Benito Juárez; resalta que la mayor actividad de puntos de calor en esta zona fue en 2022.
2. Norte de Laguna Miramar: corresponde a las tierras entregadas al ejido de Amador Hernández, que hacen un corredor con el ejido de Candelaria y los asentamientos irregulares Salvador Allende, Nuevo Corozal y Nuevo San Gregorio.
3. Zona de Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, cerca del límite entre territorio de Nueva Palestina y Lacanjá Chansayab: corresponde a terrenos de los lacandones que han sido invadidos por los comuneros de Nueva Palestina para la extensión de sus actividades agropecuarias.
4. Zona norte de la RBMA: una parte corresponde a trabajaderos del ejido de San Caralampio que invadieron la Reserva y habían sido desocupados. Se ubican también aquí los trabajaderos agropecuarios de las localidades Plan de Ayutla, San Antonio Escobar y El Chamizal. Existen también puntos de calor en las cercanías de los asentamientos irregulares, como en el caso de Ocotal, Noreste Ocotal y la reinvasión “El Suspiro”.

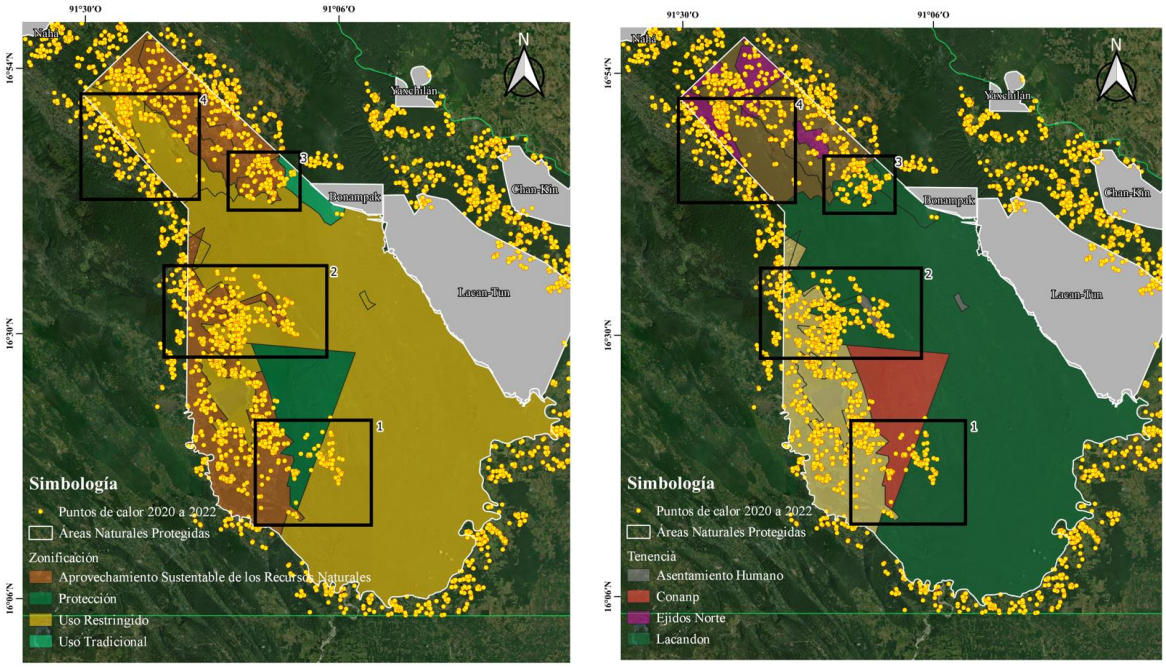


Figura 21. Puntos de calor en época de secas entre 2020 y 20222 en la RBMA, distinguiendo zonas de acuerdo con la zonificación del Programa de Manejo (izquierda) y la tenencia (derecha).

La información de puntos de calor brinda elementos sobre las dinámicas territoriales de las ANP y las amenazas a las que se enfrentan. Su integración con información obtenida en campo por los brigadistas comunitarios y personal técnico, además de mantener un sistema de alerta temprana fortalecido y capaz de dar una respuesta oportuna a un conato de incendio, aporta información valiosa para una comprensión integral de los procesos que ocurren en las ANP.

El análisis muestra que la situación en la RBMA es preocupante por la continua presencia de puntos de calor asociados a actividades agropecuarias que implican pérdida de cobertura forestal en asentamientos humanos (tanto regularizados como irregulares). El presente trabajo aporta información valiosa para la identificación oportuna de zonas prioritarias para la atención de las amenazas detectadas.

IV. Detección y análisis de cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas mediante sistemas de información geográfica utilizando la herramienta MAD-Mex

La Selva Lacandona en México y la región adyacente en el norte de Guatemala, han experimentado un acelerado proceso de deforestación desde la década de los setenta. Entre 1976 y 1996 se perdió 31% de la superficie forestal en bosques maduros en la Selva Lacandona (De Jong *et al.* 2000). Posteriormente, de acuerdo con Global Forest Watch (2019), entre el 2000 y 2018 se perdieron 44,800 hectáreas de cobertura arbórea, lo que representó casi el 10 % de su superficie; contar con información detallada y confiable sobre

la deforestación es de gran importancia para implementar acciones eficaces que reviertan las tendencias actuales.

Ante la necesidad de comprender las dinámicas territoriales asociadas al uso de suelo y sus cambios en México fue desarrollado el Monitoring Activity Data for the Mexican REDD+ program (MAD-Mex). Éste es un sistema automatizado de producción cartográfica que, aunque no obtiene un alto detalle temático, proporciona un mayor detalle espacial con tiempos de producción adecuados para apoyar la toma de decisiones en múltiples ámbitos, además de homogenizar los productos nacionales que ya generan las instituciones gubernamentales del país. El sistema MAD-Mex genera datos relativos al uso de suelo y sus cambios en México, generados a partir de INFyS, Series INEGI y productos satelitales de percepción remota (procesando insumos de imágenes de los satélites Landsat, Sentinel y RapidEye).

Para el análisis del cambio de uso de suelo y vegetación en las ANP de la Selva Lacandona se utilizaron los insumos de la plataforma MAD-Mex en su producto Landsat de 17 categorías, únicamente disponibles para los años 2017 y 2018. Los productos se analizaron con el software QGIS utilizando la información de los polígonos de las ANP publicados por Conanp. Se utilizó una proyección UTM 15N para los productos derivados y la cuantificación de las superficies de cada categoría de uso de suelo y vegetación.

De acuerdo con el análisis realizado para la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) (tabla 2), los usos de suelo que tuvieron mayor pérdida fueron las selvas húmedas con 1,317.59 hectáreas, seguido de los bosques de aciculifolias y el bosque húmedo de montaña, dando una pérdida de cobertura forestal en total de 1,497.14 hectáreas. Se registró también pérdida de cobertura en la categoría vegetación acuática; dicha categoría podría corresponder en realidad a selvas inundables (por confusión entre categorías por la respuesta espectral de sitios que se inundan), al igual que las 321 hectáreas que se cuantificaron como pérdida de cobertura en cuerpos de agua, ya que los cuerpos de agua no han sufrido un cambio de tal magnitud en el periodo analizado. El registro de la mayor ganancia de superficie corresponde a la categoría agrícola, seguido de los pastizales, lo que nos indica que la expansión de actividades agropecuarias dentro de la RBMA fue la principal causa del cambio de uso de suelo.

Tabla 2. Uso de suelo en la RBMA en 2017 y 2018 de acuerdo con MAD-Mex.

Clave	Categoría	2017		2018		Cambio (ha)
		Porcentaje	Ha	Porcentaje	Ha	
1	Bosques aciculifolias y escuamifolias	0.11%	371.61	0.07%	241.56	-130.05
3	Bosque húmedo de montaña	0.51%	1,661.21	0.49%	1,611.71	-49.50
4	Manglar y petén	0.00%	0.00	0.00%	10.53	10.53
5	Selvas húmedas	91.21%	299,961.47	90.81%	298,643.88	-1,317.59
6	Selvas secas	0.00%	4.95	0.00%	11.34	6.39
10	Vegetación acuática menor	0.05%	154.53	0.04%	123.66	-30.87
13	Pastizales y herbáceas	1.52%	4,999.57	1.65%	5,424.90	425.33
14	Agrícola	4.99%	16,417.63	5.41%	17,786.17	1,368.54
15	Urbano construido	0.17%	551.88	0.19%	617.49	65.61
16	Suelo desnudo	0.02%	69.66	0.01%	42.66	-27.00
17	Agua	1.42%	4,667.65	1.32%	4,346.26	-321.39

En el caso de la Reserva de la Biosfera Lacantún (RBL) (tabla 3) posiblemente existió una sobreestimación de la cobertura de selvas húmedas, ya que se registró una ganancia de 1,066 hectáreas con respecto a 2017, que no es posible que aparezca en ese periodo de tiempo; el error de clasificación pudo considerar pastizales o campos agrícolas con vegetación secundaria como selva. De acuerdo con Hansen y colaboradores (2013), la cobertura forestal de la RBL en 2017 y 2018 fue de 58,340.08 hectáreas y 58,203.23 hectáreas respectivamente, lo que implica la pérdida de 136.84 hectáreas. Dicho dato contrasta mucho con la información que MAD-Mex proporciona. A pesar de este dato inusual, la superficie que corresponde a actividades agropecuarias es muy grande, siendo 3,578.92 hectáreas en 2017 y 2,799.98 hectáreas en 2018.

Tabla 3. Uso de suelo en la RBL en 2017 y 2018 de acuerdo con MAD-Mex.

Clave	Categoría	2017		2018		Cambio
		Porcentaje	Ha	Porcentaje	Ha	
5	Selvas húmedas	92.78%	56,754.81	94.53%	57,821.22	1,066.41
10	Vegetación acuática menor	1.26%	771.12	0.80%	488.88	-282.24
13	Pastizales y herbáceas	5.21%	3,188.68	3.63%	2,217.86	-970.82
14	Agrícola	0.63%	384.48	0.94%	576.90	192.42
15	Urbano construido	0.00%	0.00	0.01%	5.22	5.22
16	Suelo desnudo	0.01%	5.76	0.00%	1.98	-3.78
17	Agua	0.10%	63.90	0.09%	56.70	-7.20

El Área de Protección de Flora y Fauna Chankin (APFFCh) mantuvo un 98% de cobertura forestal del total de su superficie (11,973.99 hectáreas) y un 1.6% de superficie con actividades agropecuarias (200 hectáreas) (tabla 4). Se registra una pérdida de 32.22 hectáreas en la categoría de vegetación acuática. La ubicación de dicho uso de suelo corresponde con zonas de selva inundable, lo que confirma la confusión entre estos tipos de

vegetación en los algoritmos utilizados para la clasificación de imágenes satelitales en los productos de MAD-Mex elegidos para este análisis.

Tabla 4. Uso de suelo en el APFFCh en 2017 y 2018 de acuerdo con MAD-Mex.

Clave	Categoría	2017		2018		Cambio
		Porcentaje	Ha	Porcentaje	Ha	
5	Selvas húmedas	98.03%	11,970.30	98.065%	11,973.99	3.69
10	Vegetación acuática menor	0.51%	62.55	0.248%	30.33	-32.22
13	Pastizales y herbáceas	1.14%	139.77	1.064%	129.96	-9.81
14	Agrícola	0.29%	36.00	0.579%	70.74	34.74
16	Suelo desnudo	0%	0.45	0%	0	-0.45
17	Agua	0.01%	1.17	0.043%	5.22	4.05

Pérdida de cobertura forestal entre 2000 y 2021 en la RBMA, RBL y APFFCh

Como complemento a la información proporcionada por MAD-Mex sobre el cambio de uso de suelo y para contar con información actualizada, se realizó un análisis para el periodo comprendido entre 2000 y 2021 utilizando los datos proporcionados por Hansen *et al.* (2013) sobre pérdida de cobertura arbórea. Estos datos son obtenidos por medio del análisis de imágenes satelitales Landsat, las cuales tienen una resolución de 30 metros. Se decidió utilizar esta información por ser un producto de fácil interpretación y comúnmente utilizado para analizar tendencias de cambios en cobertura forestal. También nos permite comprender las tendencias en un periodo de tiempo más amplio.

Además de la cuantificación de la pérdida de cobertura forestal, se estimaron las tasas de cambio anual de acuerdo con la fórmula estandarizada propuesta por Puyravaud (2004):

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{A_2}{A_1}$$

Donde:
$r = Tasa\ de\ cambio\ de\ cobertura, bosque\ a\ no\ bosque$
$t_1 = Tiempo\ inicial, primer\ año\ de\ referencia$
$t_2 = Tiempo\ final, último\ año\ de\ referencia$
$A_1 = Cobertura\ forestal\ en\ el\ año\ inicial.$
$A_2 = Cobertura\ forestal\ en\ el\ año\ final.$

Esta fórmula es derivada de la fórmula del interés compuesto, un modelo de decaimiento exponencial que considera que los cambios relativos anuales están en función de las magnitudes del cambio ocurrido en los años previos.

Para el análisis se entiende como cobertura forestal a un estado de vegetación de más de 5 metros y a la pérdida de cobertura como el reemplazo de un estado de cobertura a uno de no cobertura. Se consideró únicamente la pérdida ocurrida en sitios con una densidad de

cobertura mínima del 75% y se tomó como base la cobertura forestal en pie en el año 2000 con la misma densidad. Considerar sólo los cambios ocurridos con alta densidad de cobertura ayuda a reducir la sobreestimación de la deforestación, buscando considerar sólo la pérdida de sitios bien conservados.

La pérdida de cobertura en las tres ANP comparte una tendencia de aumento a lo largo de los últimos 20 años (figura 22), además de coincidir en los años de mayor deforestación. Los años 2016 y 2019 fueron los años de mayor pérdida; en 2019 la frecuencia y magnitud de los incendios marcó un precedente. La distribución espacial de la deforestación generará impactos negativos a futuro, principalmente por la pérdida de conectividad entre las ANP.

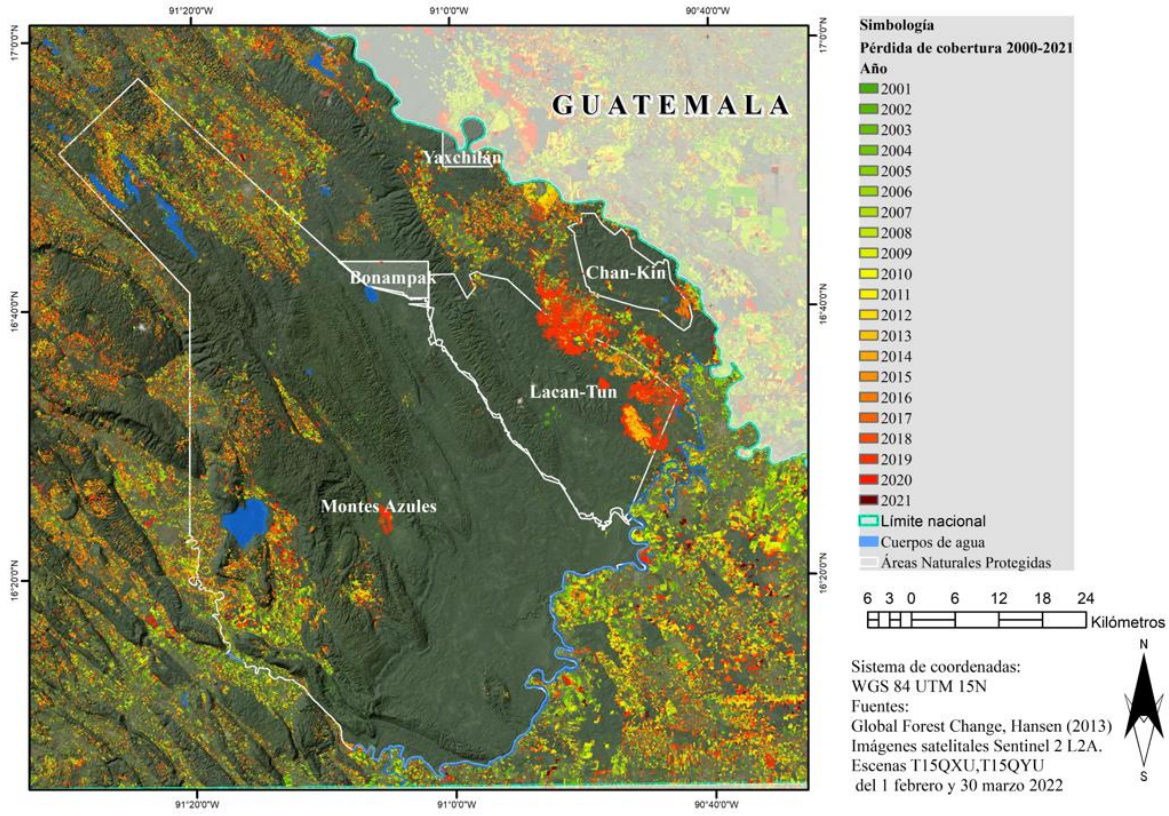


Figura 22. Mapa de la pérdida de cobertura forestal de 2000 a 2021 en las ANP de la Selva Lacandona.

Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA)

Entre 2000 y 2021 en la RBMA la pérdida de cobertura acumulada fue de 26,264 hectáreas, que corresponde al 8.37% de la cobertura forestal que existía en el año 2000. Los años 2016 y 2019 son los de mayor pérdida de los últimos 21 años (2,272 y 2,234 hectáreas respectivamente). Del año 2019 a 2021 se perdieron 5,014.97 hectáreas, con una tasa anual de -0.58% para este periodo, la segunda más alta de todos los periodos analizados (tabla 5).

Tabla 5. Pérdida de cobertura y tasas de cambio anual por periodos de 3 años de 2000 a 2021 en la RBMA.

Años	Pérdida de cobertura (ha)	Tasa de cambio anual (%)
2001-2003	1,701.88	-0.18%
2004-2006	2,247.23	-0.24%
2007-2009	4,089.21	-0.44%
2010-2012	3,156.00	-0.35%
2013-2015	4,008.33	-0.44%
2016-2018	6,047.07	-0.68%
2019-2021	**5,014.97**	**-0.58%**

La tendencia en la pérdida de cobertura en esta ANP es alarmante; a partir de 2016 las magnitudes de pérdida anual superan las 1,500 hectáreas, a pesar de que en 2021 la pérdida fue menor a esta cifra, no es suficiente para revertir la tendencia de la deforestación ocurrida en los últimos años (figuras 23 y 24).

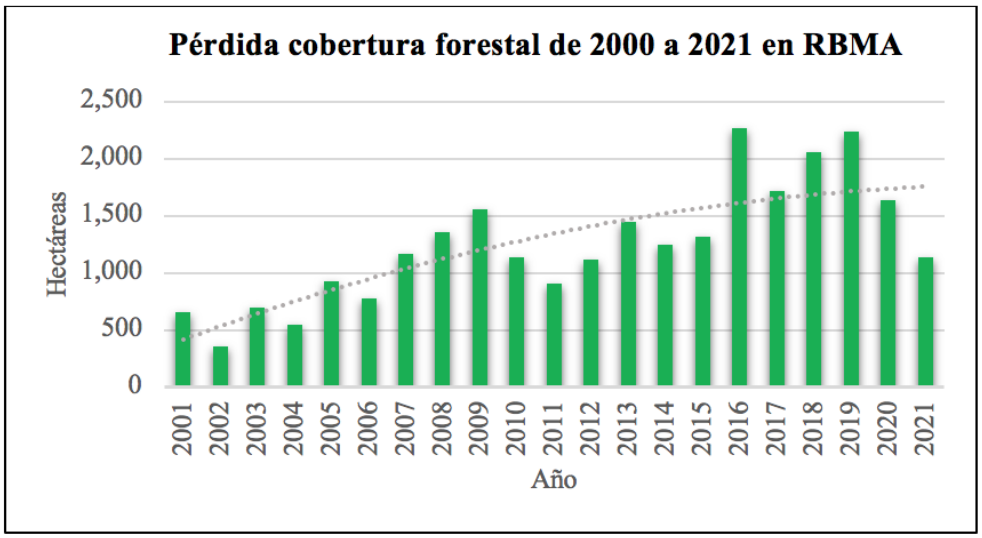


Figura 23. Pérdida de cobertura forestal en la RBMA de 2000 a 2021 (hectáreas).

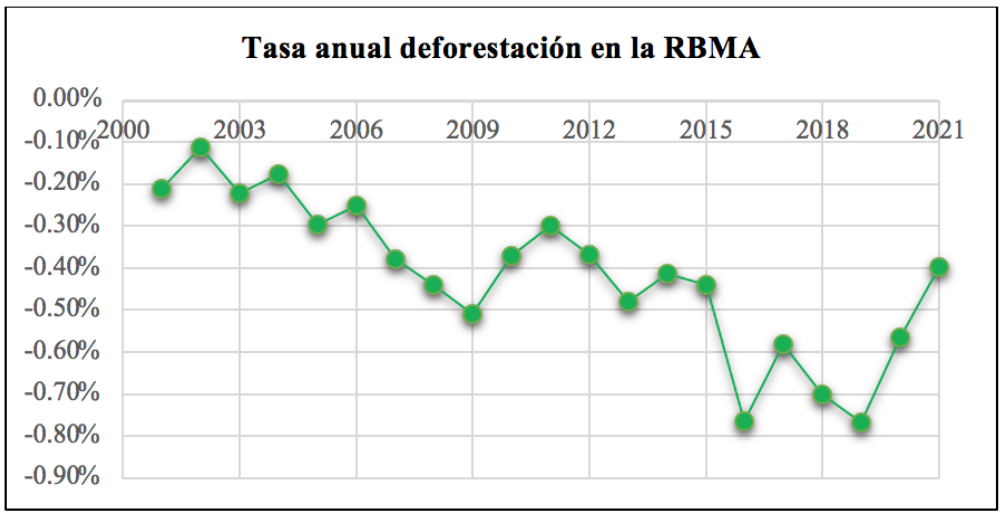


Figura 24. Tasa de deforestación anual.

En la RBMA la pérdida de cobertura no se distribuye de forma homogénea dentro del polígono del ANP. Dicha pérdida se concentra en tres zonas (figura 25) donde se ubican asentamientos humanos (tanto regulares como irregulares).

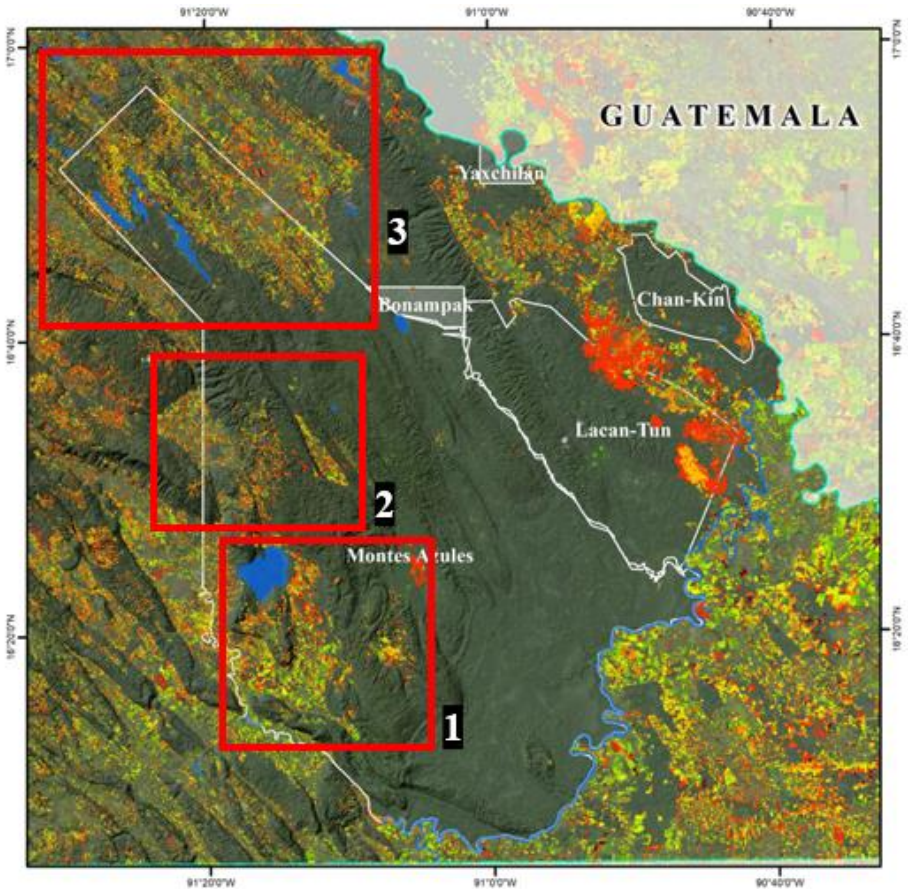
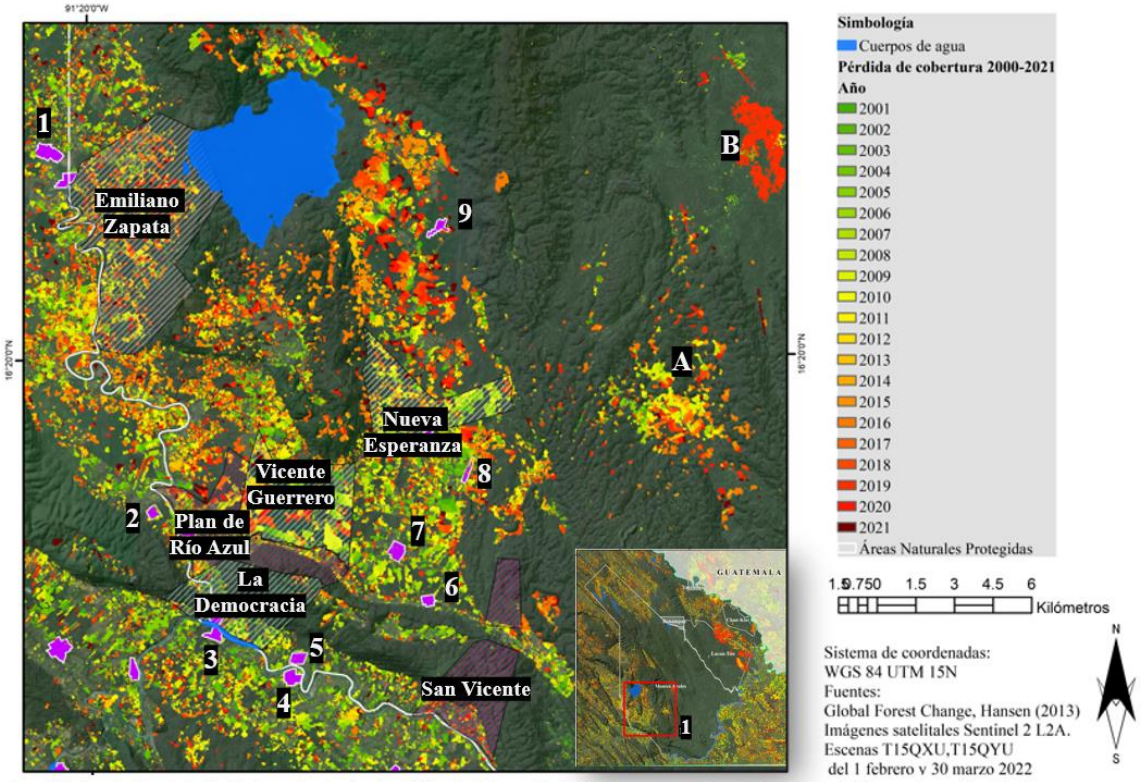


Figura 25. Zonas donde se concentra la pérdida de cobertura forestal en la RBMA: 1) sureste de Laguna Miramar; 2) norte de Laguna Miramar; 3) norte de RBMA.

Las zonas de mayor deforestación se describen a continuación.

1) Sureste de la Laguna Miramar.

En esta región se presenta pérdida de cobertura en todos los años del periodo analizado. El gran número de asentamientos humanos regulares e irregulares en esta zona ha provocado una intensa deforestación para la apertura de espacios con fines agropecuarios. La deforestación se extiende en grandes magnitudes, teniendo como único obstáculo las formaciones de relieve que también caracterizan a esta zona. En esta zona se ubican, y se les atribuye, la pérdida de cobertura forestal a los núcleos agrarios: Emiliano Zapata, Vicente Guerrero, Plan de Río Azul, Nueva Esperanza y La Democracia. Existe también un gran número de asentamientos irregulares como Benito Juárez, Chumcerro La Laguna y Nuevo Lindavista (Nuevo Agua Dulce), que han causado una intensa deforestación que se mantiene sin control hasta los años más recientes, como es el caso de Nuevo Limar (figura 26).



Localidades: 1.-San Quintín. 2.-Agua Perla . 3.-Amatitlán. 4.- Nuevo Rodulfo Figueroa. 5.- San Felipe Jatate. 6.- Nueva Argentina. 7.- Nueva Argentina. 8.- Nueva Lindavista. 9.- Benito Juárez Miramar. Asentamientos irregulares: A) Nuevo Limar B) San Vicente

Figura 26. Mapa de la pérdida de cobertura forestal de 2000 a 2021 en los asentamientos humanos al sur y sureste de la Laguna Miramar.

2) Zona norte de la Laguna Miramar.

La pérdida de cobertura se concentra en la zona de influencia de los núcleos agrarios Amador Hernández, Pichucalco y Candelaria, todos mostrando una expansión continua de la deforestación hacia el norte y sur de sus ubicaciones. A pesar de las formaciones de relieve

que se encuentran en la zona, la pérdida de cobertura se mantiene a un ritmo acelerado. Pichucalco y Candelaria pronto se encontrarán conectados (a su vez con Amador Hernández), lo que podría facilitar los procesos de deforestación en esta zona y sitios aledaños. La deforestación provocada por Amador Hernández se ha extendido tanto dentro como fuera del polígono de la RBMA (figura 27).

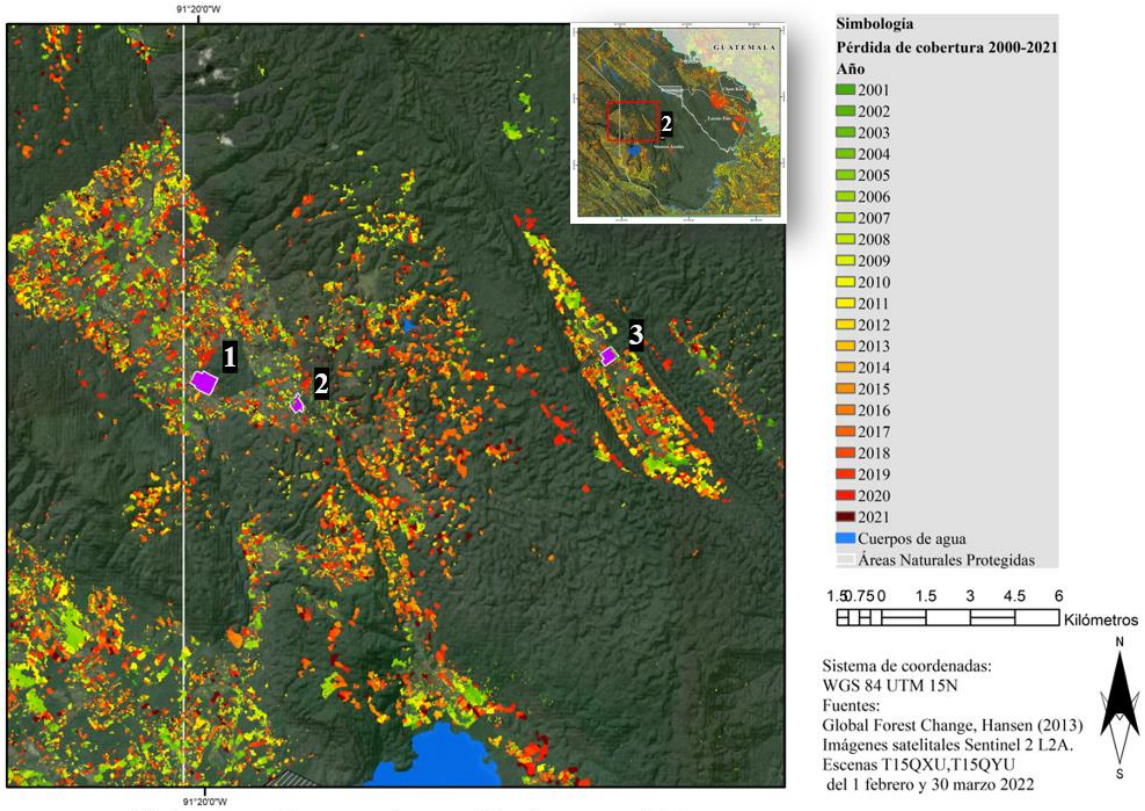


Figura 27. Mapa de la pérdida de cobertura forestal de 2000 a 2021 en los asentamientos humanos al norte de la Laguna Miramar.

3) Zona norte de la RBMA

En esta zona se ubican las comunidades Nueva Palestina y Plan de Ayutla. Sus zonas de influencia son sitios donde la pérdida de cobertura forestal ocurre de manera continua dentro del periodo analizado. La deforestación asociada a estas comunidades se extiende hacia el sur de la Reserva, incluso dentro del territorio lacandón de la comunidad Lacanjá Chansayab.

En la zona donde se ubican las comunidades Nuevo Cintalapa, San Antonio Escobar y El Chamizal existen pequeños remanentes de selva aún, pero con una fragmentación muy alta. Desafortunadamente, la tendencia de deforestación se mantiene en esta región y probablemente dichos remanentes de selva desaparezcan. En esta zona existen también asentamientos irregulares cercanos a las lagunas Ocotal y El Suspiro, quienes pueden ser

posibles causantes de la pérdida de cobertura ocurrida en estos sitios. Su presencia sugiere cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias y mantiene un posible riesgo para que esto siga ocurriendo en el futuro sin control alguno y con posibilidad de extenderse.

Las localidades Perla de Acapulco, San Caralampio, El Zapotal y San José se encuentran fuera del polígono de la Reserva, pero resulta evidente que las actividades agropecuarias de estas comunidades se están extendiendo hacia adentro del polígono de la ANP (figura 28).

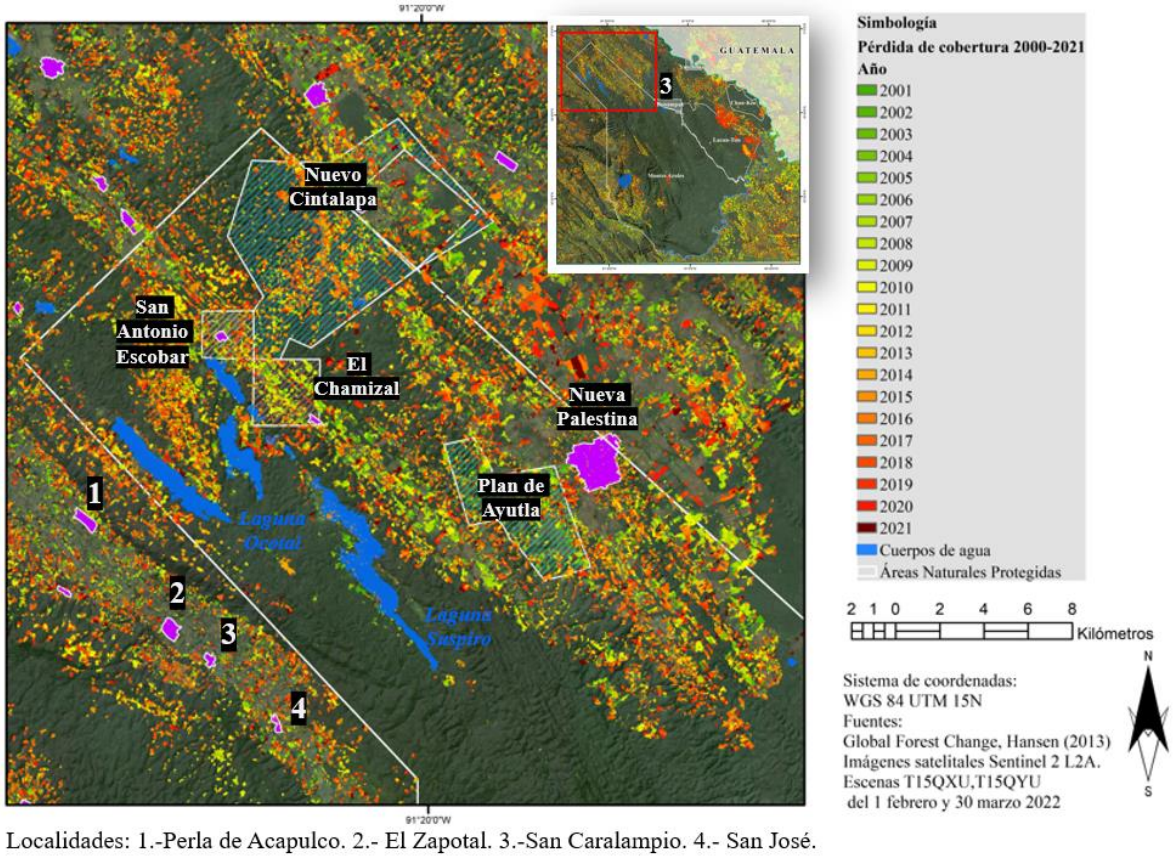


Figura 28. Mapa de la pérdida de cobertura en la zona norte de la RBMA.

Área de Protección de Flora y Fauna Chankin (APFFCh)

La pérdida acumulada en esta ANP fue de 485.88 hectáreas que corresponde al 4.02% de la cobertura que existía en el año 2000. A pesar de la poca pérdida ocurrida dentro de esta ANP, la deforestación ha sido constante a sus alrededores, principalmente en la zona contigua a la comunidad Frontera Corozal y en la zona que está entre el polígono del APFFCh con la RBL. Esto ha provocado la pérdida de conectividad del APFFCh con las otras ANP. Existen aún remanentes importantes de selva alrededor del polígono de ésta ANP, cuya conservación es de gran importancia (figura 29).

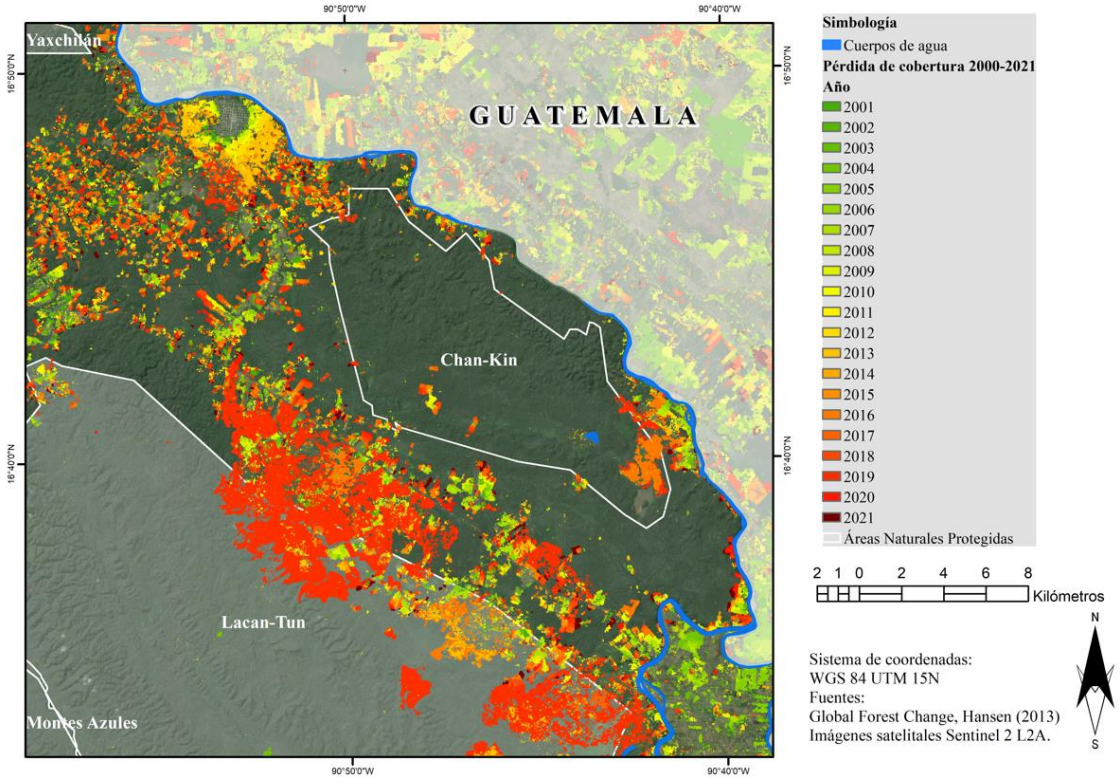


Figura 29. Mapa de la pérdida de cobertura forestal de 2000 a 2021 en el APFFCh y en su área de influencia.

Entre 2001 y 2015 el año de mayor deforestación fue 2013, en el que se perdieron 15 hectáreas de cobertura forestal. La situación fue muy diferente en los últimos años, en los que la magnitud de la pérdida de cobertura fue mucho mayor. Tal es el caso del periodo 2016 a 2018 (el de mayor deforestación del tiempo analizado), en el que la deforestación fue de 290 hectáreas con una tasa de -0.82%, así como el periodo entre 2019 y 2021 en el que hubo una pérdida de 115.68 hectáreas con una tasa anual de -0.33% (tabla 6, figuras 30 y 31).

Tabla 6. Pérdida de cobertura y tasas de cambio anual por periodos de 3 años de 2000 y 2021.

Años	Pérdida de cobertura (ha)	Tasa de cambio anual (%)
2001-2003	7.74	-0.02%
2004-2006	8.78	-0.02%
2007-2009	11.21	-0.03%
2010-2012	23.38	-0.06%
2013-2015	28.69	-0.08%
2016-2018	290.39	-0.82%
2019-2021	**115.68**	**-0.33%**

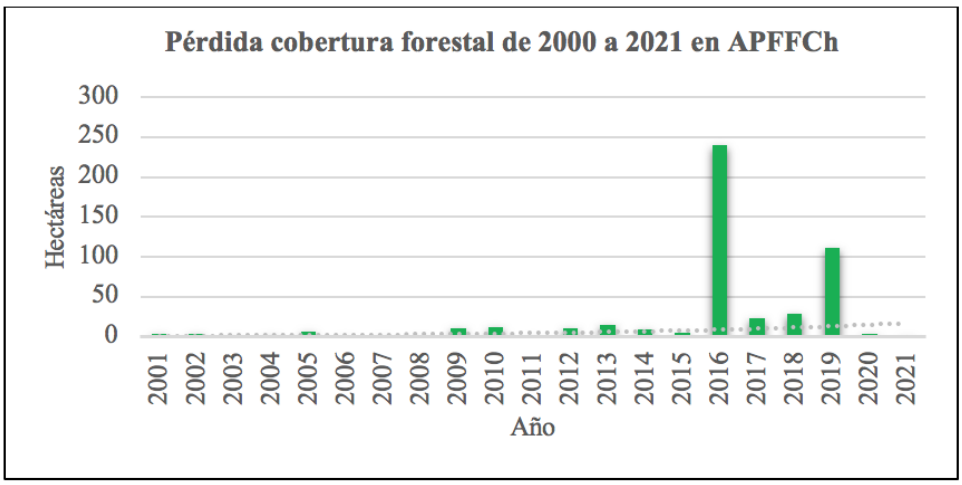


Figura 30. Pérdida de cobertura forestal en APFFCh de 2000 a 2021 (hectáreas).

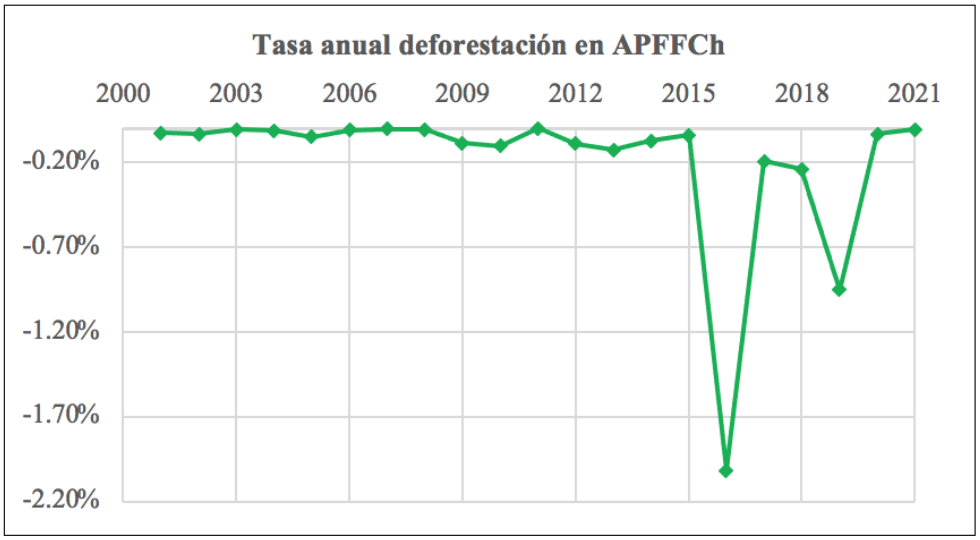


Figura 31. Tasa de deforestación anual.

De mantenerse la expansión de las zonas agropecuarias, principalmente la ganadería extensiva, en los alrededores de esta ANP, existe riesgo de que se pierdan los remanentes de selva que aún se mantienen en pie y con ellos la conectividad entre las ANP de la región.

Reserva de la Biosfera Lacantún (RBL)

La pérdida acumulada en la RBL fue de 6,685.26 hectáreas, lo que representa el 18.91% de la cobertura que existía en el año 2000. La deforestación intensa y continua que ha ocurrido en las zonas que se encuentran en el territorio situado entre RBL y APFFCh se ha extendido dentro del polígono de la RBL, intensificándose en los últimos años. Estos sitios se caracterizan por la presencia de ganadería extensiva. La colindancia de ésta ANP con la Reserva Comunitaria “La Cruz” mantiene remanentes importantes de selva a las afueras del

polígono de la RBL en su zona norte. Su colindancia con el Monumento Natural Bonampak y la RBMA mantiene nula deforestación en el periodo analizado (figura 32).

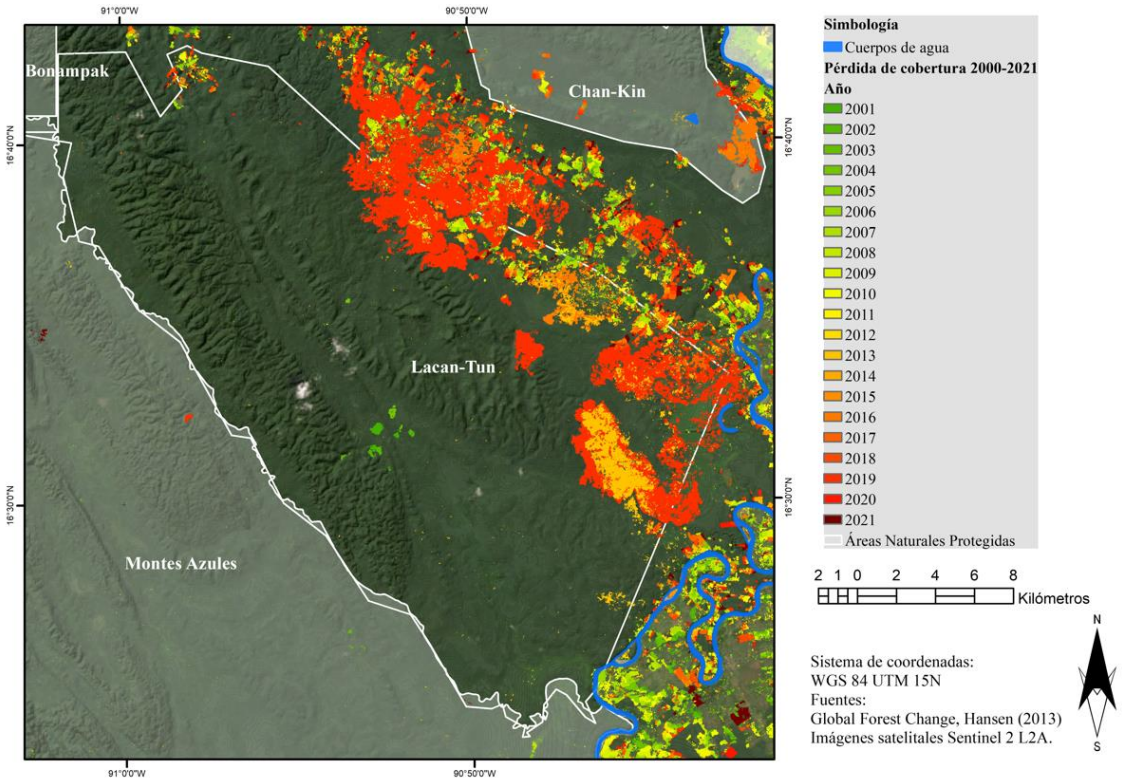


Figura 32. Mapa de la pérdida de cobertura forestal de 2000 a 2021 en la RBL.

Resalta la pérdida de cobertura ocurrida en 2019 derivada de un incendio causado por quemas agropecuarias que se salieron de control. Se perdieron 3,998.61 hectáreas de selva y derivó en la tasa anual más alta de todas las ANP en el periodo analizado (tasa anual -7.13%). Como se mencionó en el apartado anterior, la superficie afectada por el incendio está siendo utilizada para actividades agropecuarias, en vez de estar siendo restaurada. A pesar de que existen algunos años en los que la pérdida de cobertura fue baja, se observó pérdida en todos los años, y después de 2013, las magnitudes de la pérdida son mayores con respecto a lo ocurrida antes de dicho año (tabla 7, figuras 33 y 34).

Tabla 7. Pérdida de cobertura y tasas de cambio anual por periodos de 3 años de 2000 y 2021.

Años	Pérdida de cobertura (ha)	Tasa de cambio anual (%)
2001-2003	121.07	-0.07%
2004-2006	77.29	-0.04%
2007-2009	306.42	-0.17%
2010-2012	109.89	-0.06%
2013-2015	1,340.42	-0.75%
2016-2018	638.28	-0.36%
2019-2021	**4091.89**	**-2.43%**

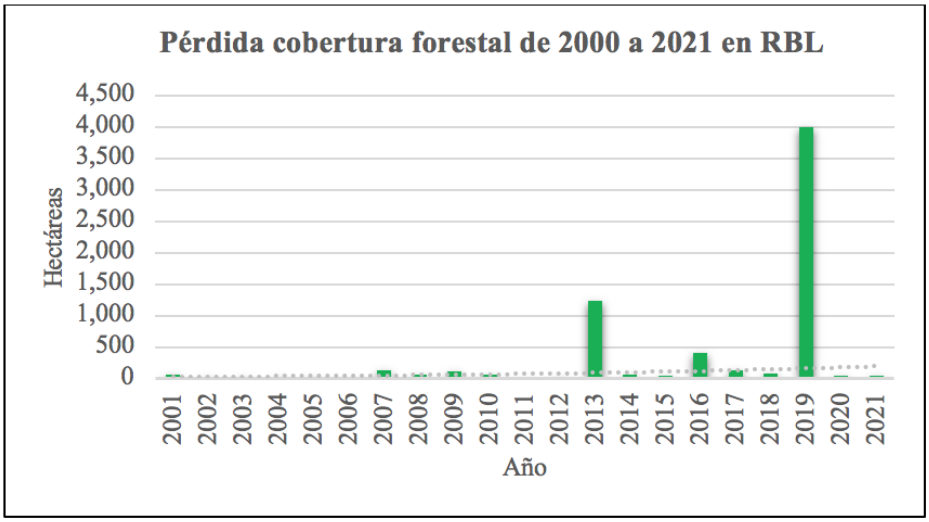


Figura 33. Pérdida de cobertura forestal en la RBL de 2000 a 2021 (hectáreas).

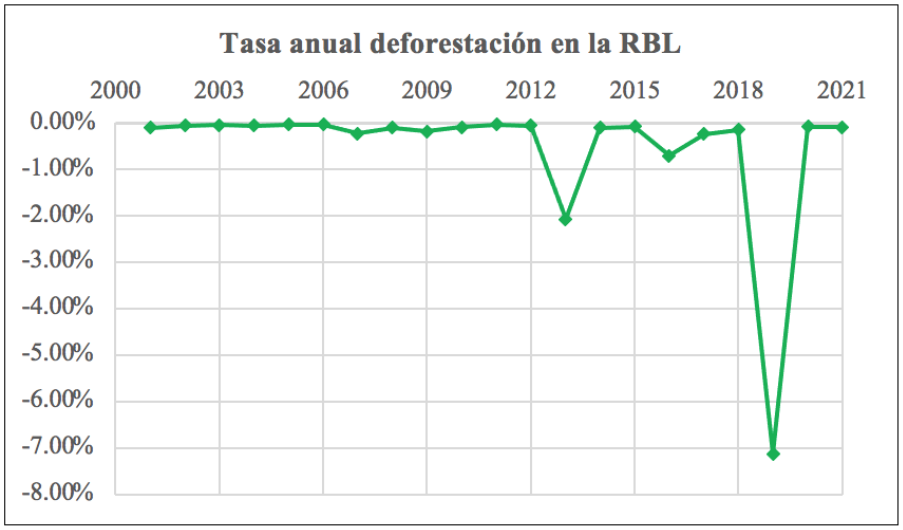


Figura 34. Tasa de deforestación anual.

V. Colocación y mantenimiento de señalética informativa sobre los usos permitidos y prohibidos en las áreas naturales protegidas

Una acción importante para reducir las presiones en las ANP consiste en brindar la información necesaria a la población local sobre las disposiciones regulatorias que las rigen, mediante la señalización de sus límites y de letreros que advierten cuales son las actividades no permitidas. Esta señalización permite disuadir y disminuir las acciones ilícitas de cacería, pesca y tala que se realizan en las Reservas. Por ello, Natura y Ecosistemas Mexicanos se ha encargado de instalar y mantener letreros alusivos a la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) y la Reserva de la Biosfera Lacantún (RBL), a lo largo de toda la margen del río

Lacantún y Tzendales, así como en los arroyos Miranda y José (dentro de la RBMA) y en la desembocadura del río Lacanjá, indicando las restricciones para el acceso. Estos letreros tienen que ser constantemente reemplazados ya que por las condiciones climáticas y los cambios en el nivel del río se dañan con frecuencia.

Durante el periodo que abarcó el presente proyecto se mandaron imprimir, colocaron y/o sustituyeron letreros para contar con 30 de ellos instalados permanentemente, que señalen los límites de la RBMA y RBL. Asimismo, se realizaron recorridos mensuales para verificar el estado de los letreros, identificar si era necesario sustituirlos o dar el mantenimiento necesario (limpieza, cambio de los postes que los sostienen, poda de la vegetación que los cubre, etc.).














PROFEPA
ÁREA NATURAL PROTEGIDA
RESERVA DE LA BIOSFERA
MONTES AZULES
ESTÁ ESTRICTAMENTE PROHIBIDO:
REALIZAR DESMONTES Y QUEMAS
ESTABLECER POBLADOS
ESTABLECER TRABAJADEROS
EXTRAER Y CAZAR ANIMALES SILVESTRES
PESCAR
TALAR Y EXTRAER ÁRBOLES Y PLANTAS
Gracias por su colaboración
para conservar el Patrimonio Natural de México


PROFEPA
ÁREA NATURAL PROTEGIDA
RESERVA DE LA BIOSFERA
MONTES AZULES


PROFEPA
PROCURADURÍA FEDERAL DE
PROTECCIÓN AL AMBIENTE
ÁREA NATURAL PROTEGIDA
RESERVA DE LA BIOSFERA
MONTES AZULES
ESTÁ ESTRICTAMENTE PROHIBIDO:
REALIZAR DESMONTES Y QUEMAS
ESTABLECER POBLADOS
ESTABLECER TRABAJADEROS
PESCAR
Gracias por su colaboración
para conservar el Patrimonio Natural de


PROFEPA
PROCURADURÍA FEDERAL DE
PROTECCIÓN AL AMBIENTE
Chiapas
ÁREA NATURAL PROTEGIDA
RESERVA DE LA BIOSFERA
MONTES AZULES
Publicado en el Diario Oficial de la Federación, 12 de Enero de 1978
TÁ ESTRICTAMENTE PROHIBIDO:
REALIZAR DESMONTES Y QUEMAS
ESTABLECER POBLADOS
ESTABLECER TRABAJADEROS
XTRAER Y CAZAR ANIMALES SILVESTRES
SCAR
ALAR Y EXTRAER ÁRBOLES Y PLANTAS
Gracias por su colaboración
ara conservar el Patrimonio Natural de México


ÁREA NATURAL PROTEGIDA
RESERVA DE LA BIOSFERA
MONTES AZULES
ESTÁ ESTRICTAMENTE PROHIBIDO:
REALIZAR DESMONTES Y QUEMAS
ESTABLECER POBLADOS
ESTABLECER TRABAJADEROS
EXTRAER Y CAZAR ANIMALES SILVESTRES
PESCAR
TALAR Y EXTRAER ÁRBOLES Y PLANTAS


PROFEPA
Chiapas
ÁREA NATURAL PROTEGIDA
RESERVA DE LA BIOSFERA
LACAN-TUN
Decreto Publicado en el Diario Oficial de la Federación, 21 de Agosto de 1992
ESTÁ ESTRICTAMENTE PROHIBIDO:
REALIZAR DESMONTES Y QUEMAS
PESCAR






COMISION NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS
PROFEPA
ÁREA NATURAL PROTEGIDA
RESERVA DE LA BIOSFERA
MONTES AZULES
Decreto Publicado en el Diario Oficial de la Federación
ESTÁ ESTRICTAMENTE PROHIBIDO:
REALIZAR DESMONTES Y QUEMAS
ESTABLECER POBLADOS
ESTABLECER TRABAJADEROS
EXTRAER Y CAZAR ANIMALES SILVESTRES
PESCAR
TALAR, EXTRAER ARBOLES Y PLANTAS


PROFEPA
Chiapas
ÁREA NATURAL PROTEGIDA
RESERVA DE LA BIOSFERA
MONTES AZULES


PROFEPA
Chiapas


PROFEPA
Chiapas
AREA NATURAL PROTEGIDA
RESERVA DE LA BIOSFERA
LACAN-TUN
Decreto Publicado en el Diario Oficial de la Federación, 21 de Agosto de 1992
ESTÁ ESTRICTAMENTE PROHIBIDO:
REALIZAR DESMONTES Y QUEMAS
ESTABLECER POBLADOS
ESTABLECER TRABAJADEROS
EXTRAER Y CAZAR ANIMALES SILVESTRES
PESCAR
TALAR Y EXTRAER ÁRBOLES Y PLANTAS
Gracias por su colaboracion
para conservar el Patrimonio Natural de México



Figura 35. Colocación de señalización preventiva sobre los usos permitidos y prohibidos en las ANP.

Asimismo, siendo conscientes de la importancia de estos señalamientos, los comisariados ejidales de tres ejidos ribereños de Marqués de Comillas (Pico de Oro, Quiringuicharo y Boca de Chajul) pidieron apoyo para elaborar letreros en los que se señalara las actividades que dañan al ambiente y que están prohibidas bajo acuerdo de asamblea. Se diseñaron e imprimieron 10 letreros para cada ejido que actualmente se encuentran colocados en el margen del río Lacantún.





Figura 36. Señalizaciones elaboradas para tres ejidos de Marqués de Comillas.

Acción 2.2 <u>Transferencia de la información recabada a las autoridades ambientales (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional Forestal y al gobierno del estado de Chiapas) y facilitación del diálogo entre autoridades estatales y federales con las autoridades de la comunidad Lacanjá.</u>

I. Diseño de un protocolo de alerta temprana para contar con un mecanismo de información efectivo con las autoridades ambientales.
II. Reuniones mensuales con las autoridades lacandonas y los brigadistas para el análisis de la información recabada.
III. Identificación de las acciones urgentes o los problemas más tangibles que deben transmitirse a las autoridades.
IV. Reuniones trimestrales informativas con las autoridades federales y estatales para transmitir la información recabada
V. Reuniones eventuales entre las autoridades federales y estatales con las autoridades de la comunidad Lacanjá Chansayab
VI. Evaluación de los procedimientos de comunicación y vinculación entre la comunidad, autoridades ambientales y Natura Mexicana y propuesta para institucionalizar este funcionamiento.

Indicador de progreso comprometido: 100%; indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Diseño de un protocolo de alerta temprana para contar con un mecanismo de información efectivo con las autoridades ambientales.

Como se mencionó anteriormente, el grupo de brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab se ha consolidado con éxito y se encuentra realizando sus actividades de vigilancia dentro de las ANP de forma efectiva. A pesar de ello, aún les resulta poco familiar la forma en la que tienen que actuar cuando detectan un ilícito ambiental o un conato de incendio. Es por lo que se diseñaron protocolos en el que se establecen elementos para la prevención de los mismos y los pasos a seguir ante el hallazgo de ilícitos e incendios.

A continuación, se presenta la representación esquemática del protocolo para la alerta temprana y atención a ilícitos en las ANP.



Figura 37. Representación esquemática del protocolo para la atención a ilícitos en las ANP

Las diferentes etapas del protocolo se describen a continuación.

Planeación

- *Elaboración y actualización de boleta en SMART:* como primera etapa se configuró en SMART (Spatial Monitoring and Reporting Tool) un área de trabajo denominada "Área de conservación", con los polígonos de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, el Monumento Natural Bonampak y sus zonas de influencia que incluyen a la reserva comunitaria Sierra Cojolita. Asimismo, se configuraron los usuarios que participarán en el levantamiento de datos, incluyendo perfiles de administradores de datos, equipo técnico, brigadistas comunitarios, etc., con sus respectivos permisos, así como las estaciones de campo o zonas geográficas donde realizan las labores de

vigilancia. También se configuró un modelo de datos útil para el trabajo actual de los brigadistas comunitarios. La boleta para el levantamiento de datos en campo, mediante dispositivos móviles, se creó tomando como base la boleta que actualmente utilizan los guardaparques y brigadistas de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp); con ello se pretende generar información compatible con los esfuerzos que esta institución ya realiza en la sistematización de la información relativa a ilícitos. El modelo permite hacer un levantamiento de datos durante los recorridos de vigilancia, capturando la información relativa a los siguientes casos: amenaza de fauna, daño a ecosistemas, incendios, contaminación, avistamiento de especies y avistamiento de personas, etc. Cada posible caso de ilícitos debe poder documentarse y tipificarse de forma sencilla. La configuración actual permite la documentación con fotografía, descripciones, ubicación de coordenadas geográficas mediante el GPS de los dispositivos móviles, así como la pista de los recorridos. Junto con la boleta configurada para el levantamiento de datos en campo, se generaron mapas base que ayudarán a los usuarios en la ubicación de sitios en campo y a la interpretación de la información generada. La boleta y el modelo de datos pueden ser adaptados para mejorar la toma de datos; esto, basándonos en la experiencia de uso obtenida durante los recorridos de vigilancia en campo, buscando facilitar la toma de datos y la organización de los mismos. Los ajustes pueden realizarse también de acuerdo con las necesidades para la elaboración de las denuncias o los requerimientos manifestados por las autoridades ambientales en el seguimiento a los ilícitos.

- *Capacitar constantemente a brigadistas:* actualizar y reforzar constantemente los conocimientos relativos al uso de herramientas para vigilancia y de los procedimientos para atender ilícitos contra el ambiente.
- *Identificar zonas vulnerables a ilícitos:* con base al análisis de cambio de uso de suelo que realiza Natura y Ecosistemas Mexicanos, la revisión de puntos de calor que realizan los brigadistas y Natura y Ecosistemas Mexicanos, así como la experiencia de los brigadistas y la población local, se identifican en mapas las zonas más vulnerables en las que se llevan a cabo ilícitos para definir los patrullajes prioritarios. Las observaciones registradas en SMART se incorporan de forma constante para la definición de las zonas vulnerables, además proporcionan evidencia.
- *Organización de brigadas de vigilancia y de recorridos:* el grupo de brigadistas se organiza en brigadas (cinco de ellas) y definen los recorridos que van a realizar durante el mes, así como las fechas en las que los harán. Los recorridos varían en distancias, incidencia de ilícitos y dificultad de acceso. Las brigadas deben realizar los recorridos de forma alternada, buscando cubrir la mayor parte de superficie dentro de su territorio y buscando mantener presencia constante en los sitios de mayor incidencia de ilícitos.

- *Contar con directorio de contactos:* todos los brigadistas cuentan con un directorio de contactos de las autoridades locales, ambientales (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Conanp) y otras instituciones relevantes (como es Natura y Ecosistemas Mexicanos).
- *Conocer protocolo a seguir en caso de detectar ilícitos:* todos los brigadistas conocen el presente protocolo, cuentan con una copia impresa y será revisado y actualizado en caso de ser necesario periódicamente.

Prevención

- *Brindar y difundir información acerca de las actividades no permitidas dentro de ANP y que atentan contra su integridad*: generar material de difusión que contenga información a cerca de las actividades no permitidas dentro de ANP y que atentan contra su integridad. Los brigadistas facilitarán espacios para compartir dicha información a la población local.
- *Dar a conocer el marco legal ambiental mexicano:* las autoridades locales y los brigadistas cuentan con conocimiento del marco legal ambiental mexicano para saber reconocer un ilícito y difunden la información a la población local.
- *Colocar señalización de límites de las ANP y de actividades no permitidas en ellas:* los letreros señalan que no está permitido realizar desmontes y quemas, establecer poblados, establecer trabajaderos, extraer y cazar amínales silvestres, pescar, talar y extraer árboles y plantas.
- *Contar con presencia por parte de brigadistas en el territorio:* se refiere a la importancia de los recorridos de vigilancia que realizan los brigadistas para contar con presencia en su territorio y de esta forma disuadir la realización de ilícitos.

Detección

- *Realizar recorridos periódicamente en las zonas vulnerables a ilícitos:* cada una de las cinco brigadas realiza de cuatro a cinco recorridos mensuales en los senderos definidos, que tienen una influencia en 20,000 hectáreas aproximadamente.
- *Utilizar la herramienta SMART para recabar la información del ilícito detectado:* cada una de las brigadas cuenta con un dispositivo para utilizar la herramienta SMART. Cuando se observa un ilícito, se captura la información de la boleta SMART (tipo de ilícito, georreferencia, fotografía).
- *Realizar análisis de pérdida de cobertura forestal con herramientas de percepción remota:* Natura y Ecosistemas Mexicanos está encargada de realizar anualmente (en diciembre de cada año) un análisis de pérdida de cobertura forestal en las ANP y compartir los resultados con las autoridades locales y con los brigadistas. El análisis se realiza con imágenes satelitales de cobertura forestal y pérdida de cobertura

forestal del proyecto Global Forest Change (GFC) de la universidad de Maryland (Hansen *et al.* 2013), las cuales tienen una resolución de 30 metros y son obtenidos de imágenes satelitales Landsat 8. Al analizar la transición de cobertura a no cobertura y referirse a dichos cambios como deforestación, ésta podría sobreestimarse; por este motivo se consideran solamente los cambios ocurridos en sitios con una alta densidad de cobertura (75% de cobertura), buscando reducir la probabilidad de una posible sobreestimación en la pérdida de cobertura y contabilizar sólo los cambios ocurridos en sitios bien conservados. Con estos parámetros se busca descartar posibles cambios relacionados con degradación o pérdida de vegetación secundaria, esperando una estimación más cercana a los eventos de deforestación que ocurren en la región.

- *Realizar verificaciones en campo de la detección de pérdida de cobertura forestal*: en caso de detectar deforestación (ya sea por el análisis de percepción remota o por aviso de la población local), es necesario que los brigadistas vayan al sitio a verificar la situación y documentar lo observado en la boleta de la herramienta SMART.

Atención a ilícitos

- *Dar aviso a las autoridades de la comunidad acerca del ilícito:* partiendo de que todos los ilícitos detectados resultan relevantes, es cierto que hay algunos que no se pueden atender de forma inmediata, ya que son demasiado frecuentes y no haría la diferencia (como es la detección de basura, de huellas, rastros, etc.). Para este tipo de ilícitos, se llenará la boleta SMART y se compartirán mensualmente los reportes a las autoridades locales y a la dirección de las ANP. En caso de detectar ilícitos urgentes (como son nuevas invasiones, observación de personas realizando cacería o quemas, etc.) se brindará la información completa recabada en SMART (georreferencia, y descripción del ilícito) a las autoridades locales.

- *Dar aviso a la autoridad ambiental:* cuando se detecte un ilícito urgente, se da aviso (por medio de una llamada telefónica) a la dirección regional de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, a la directora de las ANP de la Selva Lacandona, a la oficina regional de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y al personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos, acerca del ilícito (brindando la información completa recabada).

- *Llenar el formato de la denuncia popular (portal web Profepa):* en caso de querer levantar una denuncia, se debe llenar el formato que se presenta a continuación, y dar una copia de dicho formato a las autoridades locales y ambientales, así como al personal Natura y Ecosistemas Mexicanos.

- Por vía telefónica (01800 PROFEPA- 01800 7703372)
  1. El servidor público levantará el acta circunstanciada en la que hará constar la denuncia realizada, así como todos los datos que le proporciones.
  2. En un término de tres días hábiles deberás ratificar por escrito tu denuncia.

- Por escrito (Delegación Estatal en Chiapas: Km. 4.5, carretera Tuxtla-Chicoasén, Col. Plan de Ayala, 29052, Tuxtla Gutiérrez; o en la cabecera municipal de Ocosingo)
  1. Tu nombre, domicilio y si tienes teléfono deberás proporcionarlo.
  2. Los datos que permitan identificar al presunto infractor o localizar el hecho denunciado.
  3. Los actos, hechos u omisiones que denuncies.
  4. Las pruebas que ofrezcas.
  5. Tu petición.

- *Ejemplo de denuncia por escrito:*

Dirigido a: Procurador General de la República

Lugar y fecha: _____

Yo, (nombre del denunciante), con domicilio en_____, comparezco para exponer:

Descripción de los hechos/ilícitos que se van a denunciar:

- Fecha y hora de los hechos
- Lugar de los hechos (si se puede adjuntar un mapa, es mejor)
- Descripción de los hechos observados
- Si hay pruebas, como fotografías, se pueden adjuntar con el escrito

Solicito se investigue conforme a la ley y se resuelva lo que en derecho proceda.

Atentamente,

(Nombre y firma)

Figura 38. Formato de denuncia popular de un hecho que atenta contra el ambiente.

Como una forma para prevenir incendios forestales y, posteriormente, en el combate de los mismos, se diseñó un protocolo de alerta temprana para que la brigada comunitaria cuente con un mecanismo de atención y de comunicación efectivo con las autoridades ambientales. Para el diseño de dicho protocolo, se tomaron en cuenta elementos relevantes del Plan Operativo Anual de Fuego para la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), elaborado por la Conanp. La intención del presente protocolo es que resulte intuitivo y fácil de implementar por parte de los brigadistas en caso de un conato de incendio.

A continuación, se presenta la representación esquemática del protocolo de alerta temprana de conatos de incendio.



Figura 39. Representación esquemática del protocolo de alerta temprana de conatos de incendio.

Las diferentes etapas del protocolo se describen a continuación.

Planeación

- *Capacitar constantemente a los brigadistas comunitarios:* mantener actualizados a los brigadistas de los protocolos a seguir y realizar periódicamente cursos para reforzar sus conocimientos en torno a la prevención y combate a incendios.
- *Identificar zonas vulnerables:* establecer áreas de las que se tiene que estar más pendiente de posibles incendios (zonas cercanas a donde se realizan quemas agropecuarias) de acuerdo con la experiencia y a los análisis de percepción remota.
- *Contar con un directorio de contactos:* es necesario que todos los brigadistas cuenten con un directorio de contactos de las autoridades locales, ambientales y otras instituciones relevantes (como es Natura y Ecosistemas Mexicanos).
- *Ubicar stock de herramientas de combate a incendios:* actualizar constantemente el listado de las herramientas con las que se cuenta y la ubicación de las mismas. Actualmente el stock con el que cuentan es:

Herramienta	**Cantidad**	**Ubicación**
Cascos protectores amarillos de ala ancha con barbiquejo y mentón.	22	Bodega del coordinador de la brigada, Luis Chankin
Mochilas aspersores colapsables COMDHP modelo Crizzly.	4	Bodega del coordinador de la brigada, Luis Chankin
Rastrillos Mcleod (cumple especificación del servicio forestal de Estados Unidos)	18	Bodega del coordinador de la brigada, Luis Chankin

Palas Pulaski (cumple especificación del servicio forestal de Estados Unidos)	2	Bodega del coordinador de la brigada, Luis Chankin
Abatefuego con mango de madera y hoja de acrilo nitrilo	2	Bodega del coordinador de la brigada, Luis Chankin
Camisolas 100% algodón amarillas	22	Cada brigadista tiene la suya
Botas con características para ser utilizadas en el combate a incendios	22	Cada brigadista tiene las suyas

- *Conocer protocolo a seguir:* todos los brigadistas conocen el presente protocolo, cuentan con una copia impresa y será revisado y actualizado en caso de ser necesario periódicamente.

Prevención

- *Revisión semanal de la plataforma Sistema de Alerta Temprana de Incendios:* todos los brigadistas se encuentran capacitados en el uso de dicha plataforma y pueden acceder a ella en su celular.
- *Revisión diaria de la plataforma Sistema de Alerta Temprana de Incendios en temporada de secas:* dado que el ambiente es más propicio a generar incendios y que es la temporada en la que se realizan las quemas agropecuarias, se revisará diariamente la plataforma para identificar puntos de calor. Si se llegan a identificar muchos de ellos en una misma zona y que permanecen por dos días consecutivos, será necesario visitar el sitio y verificar que no se trate de un incendio.
- *Elaborar un calendario de quemas agropecuarias:* Una de las principales causas de incendios es la propagación de focos secundarios cuyo origen está en las quemas agropecuarias realizadas en la época de secas. El contar con una calendarización de las quemas y que dicha calendarización sea elaborada y comunicada a las autoridades ejidales y protección civil, ayuda a mantener organizadas las actividades de vigilancia y control del fuego. En caso de que una quema se salga de control, las personas pueden hacer actividades de contención de forma organizada si se tienen organizadas las quemas, esto ayuda a optimizar los recursos y la participación de la comunidad. En el calendario también es deseable contar con horarios establecidos para las quemas, esto para asegurar que las condiciones de temperatura y humedad relativa permiten mantener al fuego en control y hacer una quema segura. Se sugiere evitar hacer quemas cerca del mediodía, realizarlas temprano por la mañana o al atardecer mantiene las condiciones atmosféricas a favor del control del fuego.
- *Recorridos rutinarios por tierra:* continuar con sus recorridos de vigilancia rutinarios (4 o 5 brigadas realizando de 4 a 5 recorridos al mes) para una posible detección de incendios por las áreas que recorren.

Detección

- *Elaborar reporte del conato de incendio:* una vez detectado un conato de incendio, la elaboración de un reporte con un diagnóstico preciso es de gran importancia para la planeación de las actividades de control. La información que es deseable sea contenida en el reporte es la siguiente:

a) Topografía del sitio donde se encuentra el conato de incendio, así como una estimación de la pendiente, elevación y configuración del terreno
b) Tipo de vegetación del sitio
c) Carga y disponibilidad de combustible en el sitio
d) Estimación de la humedad relativa y condiciones de viento
e) Comportamiento del fuego: ardiendo sin llama, ardiendo lentamente, avanzando rápidamente, produciendo focos secundarios, fuego de antorcha, coronamiento, fuego explosivo, llamaradas o frente de llamas

- *Identificar condiciones de riesgo:* en caso de existir alguna de las siguientes condiciones, se deben describir con el mayor detalle posible, esto para prevenir situaciones que pongan en peligro a los combatientes y dichas condiciones sean consideradas desde el inicio de la planeación en las actividades de combate. Las condiciones de riesgo son:

a) Incendios en áreas aisladas
b) Presencia de combustibles ligeros
c) Condiciones topográficas adversas, con propagación cuesta arriba
d) Incendios con cambios frecuentes en la dirección o velocidad del viento

- *Notificar a autoridades locales:* se debe alertar a las autoridades locales (subcomisariado y consejo de vigilancia) del incendio para que ellos a su vez puedan notificar a actores relevantes (como son los guardaparques de Conanp)
- *Notificar a autoridades ambientales:* notificar del incendio con la información recopilada en el reporte a la Conanp, la Comisión Nacional Forestal (Conafor), la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn) del Gobierno del Estado, al Centro Regional de Prevención y Combate de Incendios Forestales de Ocosingo, así como al personal de protección civil en su delegación local.
- *Prevenir a posibles colaboradores (brigadas oficiales, voluntarios, etc.) de la posibilidad de combatir el incendio:* convocar a posibles voluntarios de la comunidad a organizarse para combatir el incendio. El tipo de participación dependerá de la preparación que se tenga para combatir el incendio.

Manejo y combate

- *Seguir las instrucciones de las autoridades:* una vez avisados y presentes en la comunidad, serán las autoridades competentes quienes organicen las acciones de combate.

- *Establecer un sistema de mando y asignar responsabilidades:* un Sistema de Mando de Incidentes es la herramienta de administración para responder a situaciones de emergencia; es una estructura que se establece para realizar las actividades de manera organizada y establece una cadena de mando para la organización de las actividades. El sistema de mando se adapta al personal y número de combatientes presentes. En caso de contar con un grupo pequeño (5-11 personas) una persona es designada el "jefe del incidente" y será el encargado de organizar las actividades de combate al incendio, el resto serán combatientes. Si se cuenta con más de 12 personas, se pueden dividir en grupos y establecer las siguientes jerarquías:

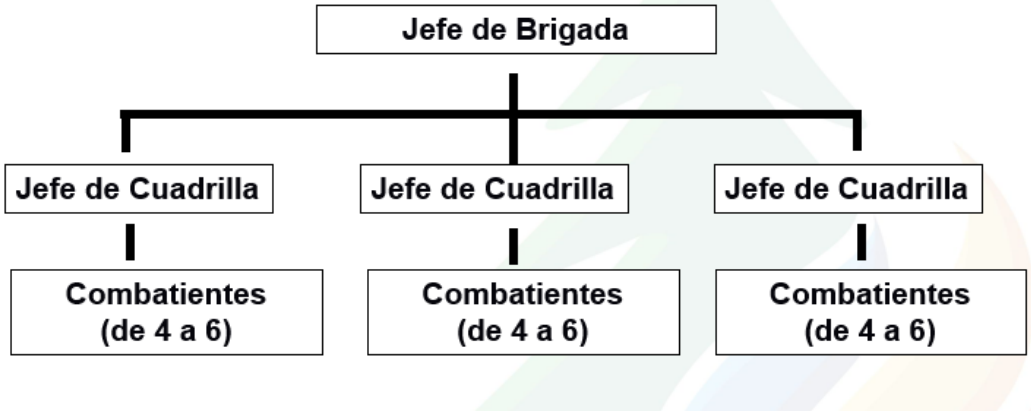


Figura 40. Estructura de un sistema de mando de aproximadamente 20 personas.

En un caso donde el incendio es de magnitud mayor al que las brigadas comunitarias y protección civil local pueden atender, es necesaria la presencia de otras instancias como la presencia del CRIF. Los incendios que adquieren una complejidad mayor, la organización también adquiere mayor complejidad, como se muestra a continuación.

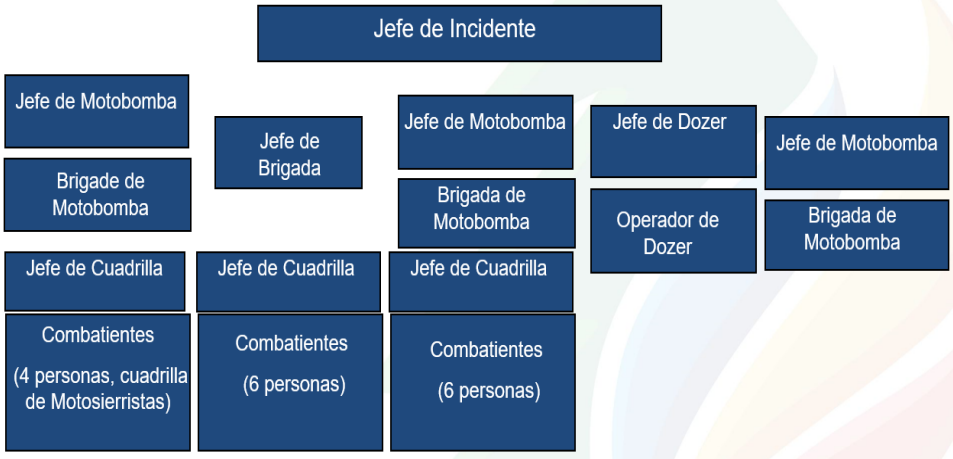


Figura 41. Estructura de sistema de mando de un incendio de magnitud mayor.

- *Realizar acuerdos para asegurar las actividades de vigilancia, comunicación y combate del incendio:*

Vigilancia- personal entrenado y con experiencia en la observación del ambiente de fuego, reconocimiento y anticipación de cambios en el comportamiento del fuego, dependiendo de la magnitud del incendio, los jefes de incidente o jefes de brigada determinarán cuántas personas tendrán asignada esta labor.

Comunicación- será el personal encargado de transmitir la información sobre planes, estrategias, peligros y la condición del incendio durante todo el desarrollo de las actividades.

- *Identificar las rutas de escape, las zonas de seguridad y normas de combate:* las rutas de escape son los caminos seguros para trasladarse desde los sitios donde se realiza el combate a los incendios hacia las zonas de seguridad, los jefes de brigada o de incidente deben evaluar constantemente las rutas y en dado caso cambiarlas si surge barreras que aumenten los tiempos de escape. Los jefes de incidente y de brigada serán los responsables de establecer las rutas de escape. Las zonas de seguridad son lugares donde el combatiente que está en peligro puede encontrar refugio. Estas zonas pueden ser de 3 tipos:

a) Áreas quemadas: estos sitios ya consumieron el combustible disponible y no presentarán fuego nuevamente durante el desarrollo del incendio.
b) Áreas naturales seguras: praderas con vegetación verde, prados, sitios con vegetación escasa
c) Áreas seguras construidas: sitios que son quemados de forma controlada para construir zonas de seguras de forma estratégica, pueden ser quemas de ensanche o líneas negras. Pueden ser también zonas agrícolas, carreteras, helipuertos, etc.

Las 10 principales normas de combate son:

1. Tener información actualizada de las condiciones meteorológicas.
2. Mantener información constante sobre el comportamiento del fuego.
3. Programar el ataque según el comportamiento previsto del fuego y su estado actual.
4. Mantener rutas de escape para el personal y darlas a conocer.
5. Mantener un puesto de observación cuando existe la posibilidad de peligro.
6. Estar alerta, mantener la calma, y actuar con decisión.
7. Mantener comunicación con el personal, jefes y fuerzas adjuntas (fuerzas que operan en la misma área y áreas vecinas).
8. Dar instrucciones claras y precisas asegurándose que todo el personal las entienda.
9. Mantener el control del personal, situación de los recursos y avance de los trabajos, todo el tiempo.
10. Combatir el incendio manteniendo la seguridad como primera consideración.

- *Realizar actividades de supresión y liquidación del incendio:* las actividades de supresión están enfocadas en la anulación de alguno de los 3 elementos del triángulo

del fuego: el oxígeno, el calor y el combustible. El sistema de mando puede dividir las operaciones dependiendo de la magnitud del incendio, en caso de ser necesario puede dividir las cuadrillas en distintas secciones de operación. Las actividades que debe realizar cada sección serán dictadas por el jefe de incidente y los jefes de brigada.

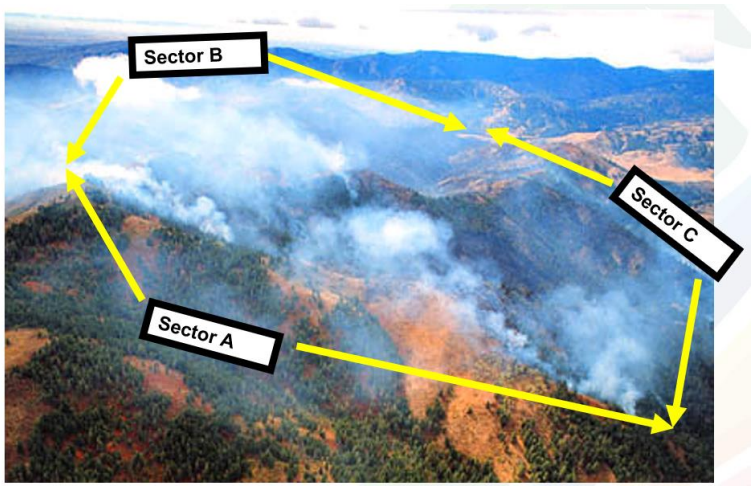


Figura 42. Incendio dividido en sectores, las actividades de supresión en cada sector pueden ser diferentes dependiendo de las características del incendio.

Las actividades que el jefe de incidente o brigada pueden estar enfocadas a un ataque a los focos más grandes del incendio. El agua es un elemento importante pero no todos los esfuerzos deben enfocarse en ella; el agua puede ser transportada en mochilas aspersoras o en otros medios disponibles una vez transportada es importante rociarla sobre la base de la llama. El fuego también puede sofocarse utilizando palas batefuego, cuidando no generar corrientes de aire para no avivar el fuego. Pueden realizarse actividades de rastreo para cortar la continuidad de los combustibles disponibles en el suelo, así como la elaboración de brechas cortafuego. En las actividades de rastreo y corte de continuidad de los combustibles pueden usarse herramientas como los rastrillos McLeod y las hachas Pulaski. En caso de no poder retirar un posible combustible, pueden colocarse tierra y rocas cubriéndolo, así podría retardarse la combustión de dicho material.



Figura 43. Ejemplos de líneas de fuego o brechas cortafuego

Una de las estrategias puede ser utilizando el fuego de forma estratégica, propagándolo en dirección contraria a la dirección que mantiene el incendio principal, de esta forma una quema controlada puede servir para controlar un incendio en avance.



Figura 44. Ejemplo de quemas de ensanche para combatir un incendio en avance.

Una vez suprimido el fuego, es muy importante mantener recorridos de vigilancia hasta estar completamente seguros de que el incendio haya sido liquidado. La liquidación es una de las fases más importantes en el combate de incendio porque cualquier residuo que esté ardiendo puede reiniciar el incendio, haciendo ineficaz la acción previa. La liquidación del incendio debe considerar los siguientes pasos (es importante priorizar siempre la detección de los materiales más calientes):

1. Empiece en el área más caliente y continué hacia el área más fría
2. Planee un punto de inicio y un punto de finalización
3. Aténgase al plan y trabaje metódicamente
4. Trabaje hacia el interior desde la Línea de Control
5. Examine la totalidad del área asignada
6. Asegure que las instrucciones sean claras
7. Utilice un sistema de cuadricula si es necesario
8. Mantenga control sobre el personal

La liquidación puede realizarse de dos maneras diferentes, dependiendo de las actividades que se realizan:

a) Liquidación seca: se realiza bordeando el perímetro de los remanentes del incendio con brechas o apilando los combustibles restantes. Los combustibles aún presentes pueden ser cubiertos con tierra y rocas para evitar que se consuman. En caso de que se encuentre en un lugar con pendiente, se deben orientar los troncos y otros posibles

combustibles, de forma que se asegure que no puedan rodar, si es necesario deben construirse zanjas trincheras para evitar dicho movimiento de los troncos.

b) Liquidación húmeda: se refiere a la aplicación de agua para la liquidación, ésta debe aplicarse mediante un rociado fino, desde las líneas de fuego hacia el centro del área quemada. Se debe aplicar de la siguiente manera:
    - Use un chorro directo para penetrar o alcanzar un sitio.
    - Rocíe, remueva y rocíe. Repita según sea necesario.
    - Considera el uso de espuma u otro agente humectante.
    - Utilice siempre herramientas manuales para obtener una liquidación eficaz
    - Concentraciones de combustible deben ser separadas y rociadas con agua.

Los protocolos de atención a ilícitos e incendios fueron presentados y discutidos con el grupo de brigadistas comunitarios. Ambos fueron validados por el grupo completo y mencionaron que cada una de las etapas para implementarlos les resultan muy claras y útiles. Se acordó que se pondrán en práctica, y ya siendo utilizados, si fuera necesario, se harán ajustes para perfeccionarlos.



Figura 45. Validación con brigadistas comunitarios de los protocolos para la alerta temprana y atención a ilícitos e incendios en las ANP.

La atención temprana de los ilícitos e incendios forestales que afectan a las ANP puede realizarse de forma efectiva si existen procesos de comunicación y vinculación eficientes entre los actores involucrados, como lo son las autoridades locales, las instituciones

gubernamentales y las organizaciones no gubernamentales (en este caso, Natura y Ecosistemas Mexicanos). Con este objetivo, se desarrolló una propuesta de institucionalización de procedimientos para la comunicación y atención de ilícitos ambientales y conatos de incendios.

La notación del modelado de procesos de negocio (BPMN, por sus siglas en inglés) es un marco metodológico cuyo objetivo es generar procesos ágiles y eficientes; se define como un proceso de concatenación lógica de actividades a través del tiempo, impulsadas por eventos que cumplen un determinado fin. Se seleccionó dicho modelado BPMN para establecer los procedimientos para la comunicación y atención de ilícitos y conatos de incendios ya que permite describir de forma detallada procesos; además, permite comprenderlos al proporcionar una imagen clara de sus componentes a través de un diagrama de flujo, con todos sus elementos o actividades desde su inicio hasta su conclusión.

El proceso de comunicación se representa mediante un esquema del tipo diagrama de flujo, donde cada elemento descrito representa una actividad o producto que se realiza desde que los ilícitos o conatos de incendio son detectados hasta que son comunicados por distintas vías a las autoridades e instituciones. Además, los elementos se distinguen por colores, dependiendo de los actores involucrados en la actividad: los brigadistas comunitarios, las autoridades de Lacanjá Chansayab, Natura y Ecosistemas Mexicanos y las autoridades ambientales. A diferencia de los protocolos desarrollados para la detección y atención a ilícitos e incendios, este modelo tiene el objetivo de atender la comunicación entre los actores, y parte desde que se lleva a cabo la detección de los eventos. Asimismo, permite establecer criterios bien definidos a cumplir en las actividades que componen un proceso y de esta forma evaluarlas de forma individual, así como al proceso completo.

La presente propuesta de institucionalización de procedimientos para la comunicación y atención de ilícitos e incendios (figura 46) fue presentada a los brigadistas y autoridades de Lacanjá Chansayab. Dichos actores estuvieron de acuerdo en la propuesta, pero les preocupa que, aunque ellos cumplan con las labores que les corresponden, las autoridades ambientales no tengan la capacidad para atender los ilícitos. Se acordó ponerlo en práctica y continuar afinando y reforzando todos los pasos plasmados

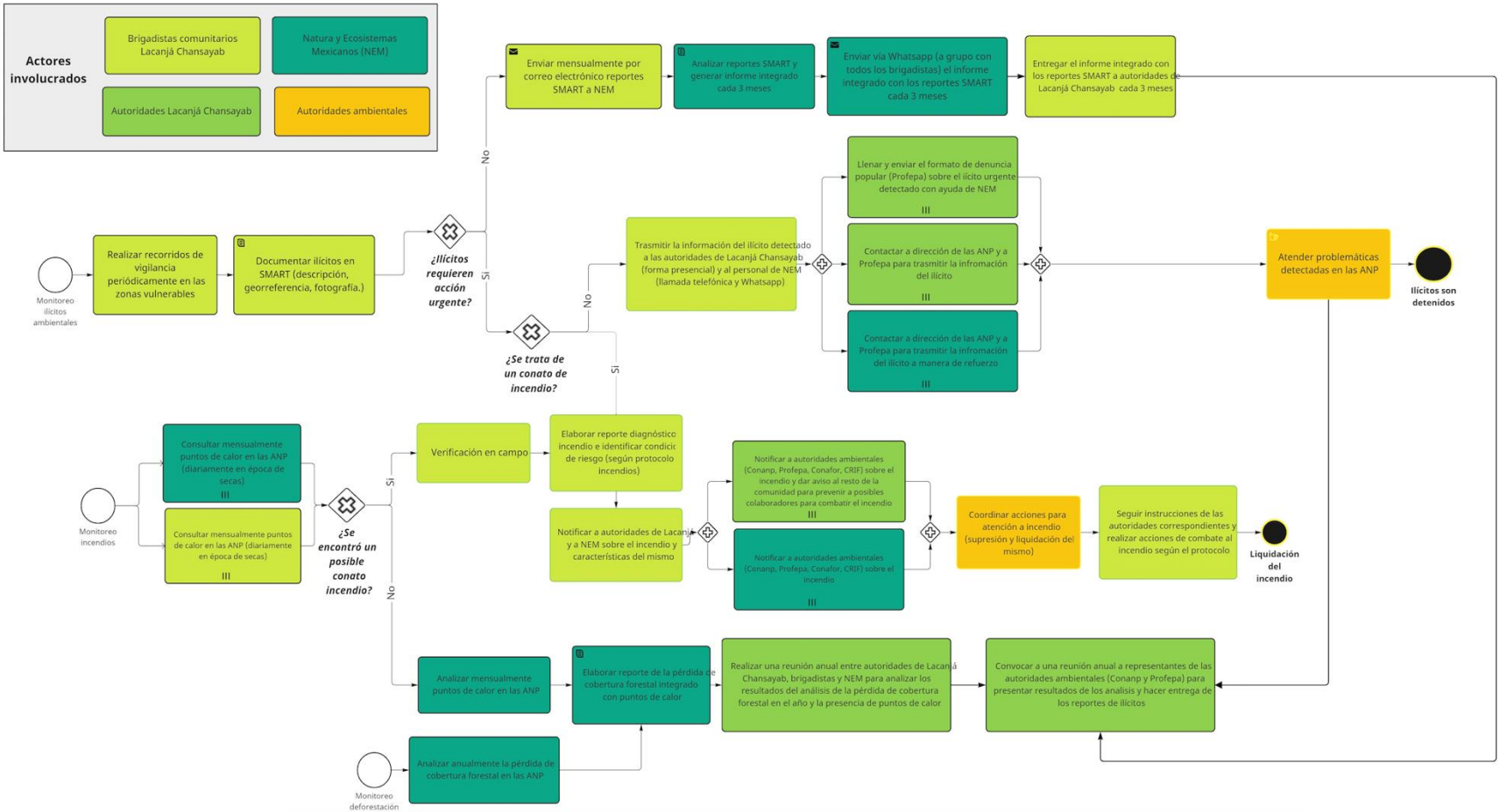


Figura 46. Esquema con la propuesta de institucionalización de procedimientos para la comunicación y atención de ilícitos ambientales y conatos de incendios (modelo BPMN aplicado a los procesos de comunicación y vinculación entre actores involucrados).

II. Reuniones mensuales con las autoridades lacandonas y los brigadistas para el análisis de la información recabada.

A lo largo del periodo que comprendió el presente proyecto, se mantuvo comunicación constante con el grupo de brigadistas comunitarios y con autoridades de Lacanjá Chansayab. El contacto cotidiano se logró a través de mensajes de WhatsApp, llamadas telefónicas y reuniones presenciales. Dada la emergencia sanitaria provocada por Covid-19, en las temporadas de picos de contagio, las reuniones se realizaron de manera virtual. Asimismo, para ayudar a hacer frente a la situación provocada por la pandemia, que afectó a muchas personas de la comunidad lacandona, se elaboraron varios materiales informativos que circularon por la comunidad para prevenir contagios y saber cómo actuar en caso de la presencia de síntomas.

Las reuniones permitieron compartir información sobre los hallazgos de los brigadistas comunitarios; en todas las reuniones se mencionó que se mantiene el patrón de ilícitos que encuentran dentro de sus terrenos y que son provocados principalmente por los comuneros de Nueva Palestina: cacería, extracción de palma xate, expansión de la frontera agropecuaria, etc.). Las personas que se encuentran en los recorridos en muchas ocasiones van armadas y los brigadistas lacandones no pueden actuar. Se reflexionó sobre la necesidad de que las autoridades estatales y federales, responsables de gestionar y vigilar las ANP, tomen cartas en el asunto. Gracias a la comunicación cotidiana, los brigadistas pudieron entregar las fotografías y los reportes mensuales de sus recorridos, así como comunicar su gran preocupación al seguir encontrando pruebas de ilícitos que se lleva a cabo en su territorio. Asimismo, en las reuniones se platicó de los avances en el uso de herramientas de vigilancia y se determinaron los temas a tratarse en las capacitaciones.

Además de permitir que la información de los hallazgos de los brigadistas fluya con las autoridades de su comunidad y con Natura y Ecosistemas Mexicanos, las reuniones permitieron intercambiar información, analizarla y desarrollar estrategias para atender la situación sociopolítica de la Comunidad Zona Lacandona (compuesta por la subcomunidad lacandona, Frontera Corozal y Nueva Palestina) que está afectando el territorio lacandón, dentro de las ANP. Natura y Ecosistemas Mexicanos ha colaborado con las autoridades de Lacanjá Chansayab en el desarrollo y entrega de insumos que pueden ayudar en la defensa de su territorio, como es información cartográfica, análisis de deforestación, de puntos de calor, etc. Los detalles de las reuniones entre brigadistas y autoridades de Lacanjá Chansayab con personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos, se presentan en el Anexo2.2a_2022-6.



Figura 47. Reuniones mensuales en la comunidad Lacanjá Chansayab y en la estación Chajul con brigadistas comunitarios y autoridades Lacanjá Chansayab.

Asimismo, para contribuir a que se conozcan las amenazas en torno al territorio lacandón en las ANP, Natura y Ecosistemas Mexicanos ha facilitado que las autoridades de Lacanjá Chansayab expresen las problemáticas en medios de comunicación. En el mes de febrero de 2020, el medio de noticias Al Jazeera se puso en contacto con Natura y Ecosistemas Mexicanos para obtener información de las amenazas de la Selva Lacandona. Se acompañó al equipo de este noticiero a que conocieran la zona y pudieran hablar con miembros de la comunidad lacandona. Se coordinó una reunión con las autoridades de Lacanjá Chansayab en la que explicaron la situación que viven. Ellos han expresado la necesidad de hacer público los temas relacionados al conflicto y se aprovechó este medio reconocido internacionalmente.

También, la televisora de Estados Unidos CGNT hizo contacto con Natura y Ecosistemas Mexicanos para hacer un reportaje sobre la deforestación de la Selva Lacandona y las alternativas para evitar las amenazas que enfrenta. Supieron de los trabajos que Natura y Ecosistemas Mexicanos realiza en la región y les interesó documentarlos. Se acordó dar énfasis a la problemática que viven los lacandones en su territorio, la deforestación y la defensa de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. El subcomisariado se mostró muy interesado en darles una entrevista y se acordó que lo visitarían para ello el día 13 del mismo mes. Posteriormente nos informó que la entrevista había resultado muy bien y que le permitió expresarse sobre el conflicto y amenazas en las ANP.



Figura 48. Entrevista de Al Jazeera a las autoridades de Lacanjá Chansayab.

III. Identificación de las acciones urgentes o los problemas más tangibles que deben transmitirse a las autoridades.

Gracias a las labores realizadas para la detección oportuna de ilícitos e incendios (recorridos de vigilancia, sobrevuelos, revisión cotidiana de la plataforma para detectar puntos de calor, análisis de deforestación, etc.), así como la comunicación constante con actores clave de la comunidad lacandona, fue posible la identificación de situaciones y problemas tangibles para ser comunicados a las autoridades. A continuación, se mencionan las situaciones identificadas durante el periodo que abarcó el presente proyecto.

- En marzo del 2020 se llevó a cabo una Asamblea de la comunidad de Frontera Corozal solicitada por el diputado Gerardo Fernández Noroña, quien conminó a los comuneros de Frontera Corozal y Nueva Palestina a que no pararan en su intención de regularizar los asentamientos irregulares (dentro de las ANP), aunque fuera mediante acuerdos internos, sin hacer caso de lo que las autoridades federales les decían. El diputado publicó una columna en un periódico nacional y movió activamente las redes sociales. La pandemia detuvo esta campaña, más no así las acciones locales.
- Las autoridades de Bienes Comunales, no reconocidas por los lacandones, anunciaron la firma de un acuerdo (10 de marzo de 2020) con la comunidad Amador Hernández y reconocen la entrega de 15 mil hectáreas del territorio de los lacandones en la Reserva de la Biosfera Montes Azules. Estuvo presente un funcionario de la Procuraduría Agraria.
- En un sobrevuelo llevado a cabo en mayo de 2020 se observó que, en la invasión conocida como el Correlón, en la que se encuentra una pista clandestina (en la que en abril de 2019 se realizó una quema para extenderla y provocó un incendio de 200 hectáreas), se han incorporado varias familias.
- Las autoridades de la Comunidad Zona Lacandona (no reconocidas por la etnia lacandona) convocaron a elecciones para las nuevas autoridades el 3 de agosto de 2020 en el poblado San Javier (habitado por miembros de la etnia lacandona), ya que terminaban su periodo de gobierno. Este acontecimiento implicaba la reunión de más de 1200 personas (de las tres subcomunidades), un hecho completamente contraindicado por las autoridades sanitarias por la pandemia que se vivía. Otro elemento alarmante fue que en la convocatoria a dicha asamblea se hacía mención de que estaría presente un representante de la Procuraduría Agraria, dando aval para que se llevara a cabo. Ante estos acontecimientos, las autoridades de la subcomunidad Lacanjá Chansayab buscaron ayuda de parte de Natura y Ecosistemas Mexicanos y se les apoyó en elaborar y entregar un escrito en el que expresaban su inconformidad con dichas elecciones y aclaraban que su subcomunidad no estaría presente. Posiblemente como resultado de dicho escrito, la Procuraduría Agraria emitió un comunicado recomendado no llevar a cabo la asamblea y expresando que ninguno de sus representantes asistiría. A pesar de esto, se realizó la asamblea y se eligieron a las nuevas autoridades (sin que la subcomunidad Lacanjá Chansayab participara en dicha elección y por lo mismo vuelven a no reconocerlas). La persona que quedó electa como presidente de la Comunidad Zona Lacandona es Chankin Chambor Canabor, el mismo lacandón que ocupó el cargo en el año 2014, quien negoció en 2013 y 2014 con los poblados vecinos de la Comunidad cediéndoles las tierras que estaban ocupando dentro de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) y de propiedad de los lacandones, por supuesto sin el consentimiento de los lacandones, y está demandando su regularización. Los lacandones se trasladaron a la CDMX para hacer entrega de un documento al presidente de la República, expresando su rechazo de la

regularización de los asentamientos irregulares. Se les proporcionó la información detallada que hemos recopilado sobre la situación de las invasiones, de la deforestación y de los puntos de calor.

- A principios de abril de 2021 el conflicto de la Comunidad Zona Lacandona se reavivó ya que en las asambleas de las subcomunidades Nueva Palestina y Frontera Corozal las autoridades no reconocidas por los lacandones de Bienes Comunales anunciaron que se va a concretar el cierre del polígono, que se van a regularizar las invasiones y que se repartirán las tierras de la RBMA per cápita, todo esto avalado y apoyado por la Procuraduría Agraria del gobierno federal. Esto enojó y preocupó de sobremanera a los lacandones. Se está hablando de repartir un territorio que por ley corresponde al pueblo lacandón y que además atentaría contra la integridad de la RBMA. Las autoridades de Lacanjá Chansayab elaboraron un escrito el 18 de abril de 2021, que enviaron al Presidente de la República, al Gobernador y lo difundieron en medios de comunicación.
- En uno de los recorridos que realizaron los brigadistas en agosto de 2021, pudieron percatarse que se encuentra desplazada la brecha en el límite interno entre Nueva Palestina y Lacanjá Chansayab. Surgió como un asunto de importancia el poder volver al sitio para georreferenciar con precisión los rumbos originales y la secuencia de los vértices antes del posible desplazamiento; se hizo énfasis en la importancia de mantener la presencia en el sitio mediante los recorridos de los brigadistas.
- En una asamblea de Bienes Comunales en octubre de 2021 (a la cual no asisten los lacandones al no reconocer a las autoridades que la presiden) surgió la amenaza de tomar las estaciones de campo desde las que opera sus proyectos Natura y Ecosistemas Mexicanos. Este hecho, además del daño que causaría a los proyectos de conservación, manejo y restauración de las ANP y sus zonas de influencia en la Selva Lacandona, implicaría un atropello a la comunidad Lacanjá Chansayab, ya que las estaciones se encuentran en los territorios de la RBMA que le corresponden a dicha comunidad y existe un convenio entre ella y la organización. Esta amenaza no prosperó.
- En otra asamblea de Bienes Comunales a finales de 2021 se acordó que para llegar a un entendimiento con el ejido de Pichucalco para el cierre de la poligonal de la Comunidad Zona Lacandona les van a ceder 1,000 hectáreas del polígono. Estos acuerdos no están considerando a los lacandones y los afecta de manera negativa.
- En noviembre de 2021 un grupo de personas de los municipios Marqués de Comillas y Benemérito de las Américas se metió a ocupar terrenos de los lacandones en la parte sur del Monumento Natural Bonampak. Aunque los lacandones tomaron cartas en el asunto y lograron que salieran, existen aún la preocupación de que esta situación se pueda repetir ya que hay rumores crecientes, que hemos escuchado por varias fuentes, de que existen muchos miles de hectáreas de terrenos nacionales disponibles.

Desde finales de 2021 y a lo largo de 2022 han ocurrido ciertos procesos que han agravado la relación interna en la Comunidad Zona Lacandona y que afectan el territorio lacandón dentro de las ANP, los cuales se resumen en lo siguiente:

- Las autoridades de Bienes Comunales, a quienes los lacandones no reconocen por haber sido electas violentando su Estatuto, continúan con sus gestiones, argumentando que representan a la mayoría de la comunidad y que ellos determinan que hacer en la comunidad y en las tierras del pueblo lacandón.
- Bienes Comunales ha continuado con negociaciones en tierras bajo administración del pueblo lacandón con grupos campesinos invasores en tierras comunales correspondiente a la RBMA, discutiendo la modificación del Estatuto Comunal y el cierre de la poligonal envolvente de la Comunidad.
- La comunidad lacandona (Lacanjá Chansayab y sus cinco barrios) ha dado un paso estratégico al someter una demanda ante el Tribunal Agrario de deslinde de sus límites internos y separación definitiva entre los territorios de las tres subcomunidades.
- La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) impulsó la elaboración un Plan de Vida (ahora denominado Plan de Justicia), como en otras regiones indígenas del país, y contrataron a un grupo de consultores. Las consultas se realizaron durante el año 2020 y 2021 solamente en las subcomunidades de Nueva Palestina y Frontera Corozal. Los lineamientos de este programa se presentaron en 2022, está siendo promovido por las autoridades de Bienes Comunales y las subcomunidades de Nueva Palestina y Frontera Corozal y fue rechazado por los lacandones. Dicho Plan sugiere que hay en la región 500 mil hectáreas para ser utilizadas en la milpa para el desarrollo de las comunidades, atacan a las ANP y a la Conanp, y critican los programas actuales de gobierno como Sembrando Vida y el Tren Maya. Genera mucha confusión el objetivo e intencionalidad de este Plan.
- La comunidad lacandona se deslinda de este proceso y rechazan incorporarse al Plan de Justicia. Ellos desean elaborar el suyo propio.
- La Secretaría de Gobernación instauró desde 2019 una Mesa Intersectorial de atención a los conflictos de la Comunidad Zona Lacandona (CZL), compuesta por diversas instituciones de gobierno, que ha convocado varias reuniones para realizar un diagnóstico del conflicto y desarrollar estrategias para atenderlo. Desde 2021 las reuniones se han enfocado en el desarrollo del Plan mencionado anteriormente, pretendiendo cubrir los aspectos agrarios, sociales y productivos de la CZL. La comunidad lacandona no está conforme con lo que se plantea en dichas reuniones y tampoco con que dicha Mesa esté realizando acuerdos con los Bienes Comunales, que ellos desconocen.
- La subcomunidad de Frontera Corozal acordó expulsar a la Conanp y dejar de colaborar con esta institución.

- Los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab comentan que en sus recorridos se encuentran frecuentemente con personas de las comunidades vecinas (Nueva Palestina y frontera Corozal) que probablemente están realizando ilícitos como cacería, pesca y extracción de palma xate. Mencionan alarmados que se encuentran también con restos de fogatas y basura de cazadores que pernoctan en el área. Tanto los brigadistas como las autoridades de Lacanjá Chansayab muestran inquietud, ya que la frecuencia en la que encuentran evidencias de ilícitos se incrementa.
- En los análisis de puntos de calor se detectaron cuatro polígonos altamente preocupantes con una acumulación de puntos de calor dentro de la RBMA (ver apartado III de la acción 2.1). Con ello, se resalta que: existe una concentración de puntos de calor en terrenos de la RBMA, cercanos a Nuevo Lima; existe un aumento de puntos de calor en las zonas de Amador Hernández, en dónde se hicieron los acuerdos mencionados previamente, en dónde hay incursiones que unen las invasiones existentes con Candelaria y en dónde se proyecta la construcción de una carretera para unir a Amador Hernández con Candelaria; se detectan puntos de calor en los viejos trabajaderos que habían sido ocupados ilegalmente por el ejido de San Caralampio y se habían abandonado en 2018; se detectan puntos de calor en la zona de la RBMA que corresponde a terrenos de los lacandones y no son originados por ellos, sino por los comuneros de Nueva Palestina que invaden las tierras que no les corresponden.
- Los análisis de pérdida de cobertura forestal (ver apartado IV de la acción 2.1) muestran que continúa habiendo deforestación dentro de las ANP, asociada a los asentamientos irregulares y comunidades colindantes con dichas ANP.

Los puntos antes expuestos, los diversos análisis de pérdida de cobertura forestal y puntos de calor, así como los reportes de SMART con los registros de ilícitos de los brigadistas comunitarios, han sido compartidos con las autoridades ambientales.

IV. Reuniones trimestrales informativas con las autoridades federales y estatales para transmitir la información recabada

A lo largo del periodo comprendido en presente proyecto se realizaron reuniones con autoridades de gobierno para trasmitir la información recabada relativa a las amenazas de las ANP de la Selva Lacandona. A continuación, se presentan los detalles de dichas reuniones.

Natura y Ecosistemas Mexicanos solicitó una reunión con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) en oficinas centrales debido al desmantelamiento de las oficinas regionales. La reunión se llevó a cabo el 2 de febrero de 2020 con el subprocurador Dr. Antonio Díaz de León y en ella se acordó que representantes de Profepa asistirían en el mes de marzo a la comunidad Lacanjá Chansayab para reunirse con los brigadistas y las autoridades locales y diseñar una estrategia de atención de los ilícitos. Debido a la

contingencia sanitaria esta reunión no se pudo llevar a cabo. Además, el subprocurador Díaz de León renunció a la Profepa el 1 de abril del mismo año.

El 11 de junio de 2020 se llevó a cabo una reunión del Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conap) con las autoridades de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). El grupo de trabajo asignado por el Conap para llevar el tema de la Selva Lacandona es integrado por Javier de la Maza (Director de Natura y Ecosistemas Mexicanos), José Warman, Rodrigo Medellín, Luis Fueyo, Juan Bezaury- Creel, dos personas de la sociedad civil y sus suplentes fueron designadas recayendo la representación en Oscar Moctezuma y Alfredo Cuarón y en su ausencia María Elena Mesta y Rosario Álvarez, Ramón Pérez-Gil. En dicha reunión se presentó el informe de la situación actual, en el que se resaltaron los siguientes puntos: a) la necesidad de que la Secretaría de Gobernación (Segob) haga públicos los acuerdos de la Mesa Intersecretarial establecida con los grupos de conflicto de la Comunidad Zona Lacandona; b) la continuación de las negociaciones entre las autoridades de bienes comunales y los ejidos vecinos, en contra de los acuerdos de la Mesa Intersecretarial encabezada por Segob; c) el avance de personas sobre terrenos de conservación de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), correspondientes a la etnia lacandona; persisten los desmontes vinculados a las invasiones; d) la necesidad de exigir que se respeten los acuerdos de la Mesa Intersecretarial y no se reconozca el cambio de propiedad de las 15 mil hectáreas entregadas a la comunidad Amador Hernández; e) la urgencia de detener la construcción de la carretera que pretende unir a Amador Hernández con Candelaria; f) la necesidad de destruir las pistas clandestinas; y g) la necesidad de reactivar las reuniones con la Secretaría de Bienestar y Segob.

Al final de la reunión, se acordó que habrá acción inmediata por parte de las autoridades para atender los puntos previamente mencionados y se notificará de ello a la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, a la Procuraduría Agraria, a Segob y a la Secretaría de Defensa Nacional.

Se convocó a otra reunión para la atención del conflicto en la Selva Lacandona el 6 de agosto de 2020 con el Consejo de Áreas Naturales Protegidas (Conap). En ella se expuso que no se han realizado acciones para atender las problemáticas antes presentadas. Los acuerdos a los que se logró llegar fueron: 1) la Comisión encargada del tema elaborará un comunicado público refrendando la importancia ambiental de la Selva Lacandona y particularmente de la RBMA; 2) se hizo notar que la asamblea de Bienes Comunales Zona Lacandona celebrada el pasado 3 de agosto no se ajustó a los acuerdos históricos entre las subcomunidades, por lo que se profundizó la polarización entre los miembros de la comunidad. Se le solicita a la Procuraduría Agraria que no valide dicha asamblea y que la mesa de Segob insista en el diálogo constructivo que permita alcanzar acuerdos de largo plazo para todas las subcomunidades (Nueva Palestina, Frontera Corozal y subcomunidades lacandonas); 3)

incorporar el tema indígena y sus derechos para la resolución del conflicto agrario y pedir la intervención del INPI; 4) una carretera en la Sub zona de Protección, como el proyecto de carretera de Amador Hernández al ejido Candelaria que se mencionó en la reunión pasada, es inviable debido a la sub-zonificación del Programa de Manejo; 5) retomar el esfuerzo para destruir a la brevedad las pistas clandestinas y pedir la intervención del SEDENA; 6) restablecer con carácter de urgente la mesa de negociación establecida por Segob; 7) establecer un grupo de trabajo Conanp-consejeros y Sociedad Civil para unificar el diagnóstico socio-ambiental; 8) establecer un grupo de apoyo interinstitucional con la participación de consejeros y sociedad civil para preparar un Programa de Desarrollo Sustentable para la región Selva Lacandona y las ANP con un enfoque de derechos humanos; y, 9) Conap gestionó con la FGR el reporte de la pista y posibles actividades ilícitas.

Para dar atención a los ilícitos relacionados a la cacería de fauna silvestre que son detectados tanto por el personal técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos, como por los brigadistas lacandones, se convocó a un taller virtual el día 17 de noviembre de 2020 con representantes de la Conanp, Profepa, Natura y Ecosistemas Mexicanos y Bioconciencia (otra ONG que realiza actividades de monitoreo y conservación de fauna silvestre en la Selva Lacandona). En dicho taller se presentó información de los diferentes programas que Natura y Ecosistemas Mexicanos implementa para el monitoreo y conservación de especies como el jaguar, cocodrilo y guacamaya roja. Así mismo, se habló de las amenazas que dichas especies enfrentan por actividades ilícitas que se llevan a cabo en la región y que no son sancionadas por las autoridades ambientales. También se presentó el trabajo de inspección y vigilancia que realizan los brigadistas lacandones y los ilícitos que encuentran en sus recorridos. Los asistentes mostraron preocupación por la información presentada y se acordó continuar desarrollando una agenda para que puedan contribuir a detener los ilícitos.

El día 10 de diciembre de 2020 se llevó a cabo la sesión de la comisión técnico – científica del Consejo Técnico de la RBMA, en la cual Rodrigo León representó a Natura y Ecosistemas Mexicanos para exponer los avances en el monitoreo y la detección de los ilícitos.

En el primer semestre de 2021 se prepararon documentos e informes de los acontecimientos observados (invasiones, deforestación, ilícitos) y entregado a las autoridades de la Secretaría de Gobernación, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (Sedatu) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Se realizaron diversas reuniones (virtuales) informativas con los consejeros de la Conanp, y comunicaciones por distintos medios con los responsables de la Conanp y de Profepa.

El 17 de junio de 2021 se llevó a cabo una reunión de la Comisión Interinstitucional de Seguimiento de la Selva Lacandona a la que fue invitada Julia Carabias para aportar información de la situación actual y analizar las posibles vías de solución y entendimiento. En dicha reunión asistieron los funcionarios de la Secretaría de Gobernación, Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (Sedatu), Procuraduría Agraria y el coordinador de

asesores de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (no estuvo la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas presente). Por parte de Natura y Ecosistemas Mexicanos se explicó de manera muy detallada (la reunión duró más de 4 horas) la historia de colonización de la región y de las invasiones de la RBMA, así como de los problemas de gobernanza entre las tres etnias de la Comunidad Zona Lacandona y el incremento de ilícitos y acciones de crimen organizado. Los funcionarios públicos expresaron como conclusión que: 1) las autoridades no llevarán a cabo ningún acto sin la consulta a la etnia lacandona; 2) las invasiones no serán regularizadas, 3) el polígono envolvente de los límites de la Comunidad Zona Lacandona se concluirá conforme a la legislación agraria y ambiental; y 4) se analizarán opciones para lograr una gobernanza respetuosa entre las 3 etnias.

Pocos días después, el 18 de agosto de 2021, ocurrió una asamblea convocada por Bienes Comunales, en la que se planteó la ocupación de las estaciones de campo en la RBMA desde las cuales opera Natura y Ecosistemas Mexicanos. Inmediatamente se hizo contacto con las autoridades federales y estatales (Secretaría de Gobernación, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) y Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natura de Chiapas (Semahn). Esta información, detectada por brigadistas comunitarios y las autoridades de Lacanjá Chansayab, y trasmitida oportunamente, permitió desactivar la amenaza de invasión.

El 31 de agosto de 2021 se llevó a cabo una reunión del Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conap). Después de una intervención del coordinador regional de Chiapas (Adrián Méndez), Julia Carabias insistió en la necesidad del involucramiento de la Conanp en las reuniones de la Comisión Interinstitucional; en que las invasiones que las autoridades de Bienes Comunales reclaman sean regularizadas, son las mismas que se mencionan en el artículo del periódico la Jornada del día 12 de junio de 2021 (https://www.jornada.com.mx/notas/2021/06/12/estados/matan-en-la-lacandona-a-miembro-de-la-aric-otro-esta-desaparecido/), en donde se perpetraron asesinatos con las características del crimen organizado; se insistió en que esas invasiones no pueden regularizarse y que sobre el polígono envolvente no hay oposición, sólo que se exige el cumplimento de la ley agraria y ambiental. El Procurador Agrario, presente en dicha reunión de Consejo, se comprometió en tener una reunión con los consejeros y a que las invasiones no se van a regularizar.

El 26 de agosto de 2021 se llevó a cabo una reunión virtual con la Arq. María del Rosario Bonifaz Alfonzo, Secretaria de Medio Ambiente e Historia Natural de Chiapas, para proporcionarle la información relacionada a las amenazas de ocupación de las estaciones de campo. Así mismo, se explicó la situación de los asentamientos irregulares ubicados al interior de la RBMA y de la deforestación asociada a los mismos. La Secretaria se mostró preocupada por la situación y comentó que se atendería. El día 4 de octubre de 2021 se continuó con esta conversación de manera presencial en la CDMX, entre la Secretaria y Julia

Carabias, reunión en la que se le otorgaron documentos e información más detallada de los problemas en la Comunidad Zona Lacandona y particularmente en la RBMA.

Con la finalidad de mantener informados a legisladores del estado de Chiapas, el 30 de septiembre de 2021 se tuvo una reunión presencial con el diputado Joaquín Zebadúa, a quien se le explicó la situación crítica por la que se está viviendo en la Selva Lacandona, narrada en párrafos anteriores.

El 3 de diciembre de 2021 se llevó a cabo la primera reunión de trabajo en la estación Chajul con la nueva directora de la RBMA, Ruth Alvarado Rodríguez. En la reunión se presentó el trabajo que realiza Natura y Ecosistemas Mexicanos; se mostraron los diferentes mapas y análisis de deforestación y puntos de calor que se han elaborado; se discutieron las problemáticas que cada parte detecta en la zona y se estableció una agenda de trabajo para dar seguimiento a los puntos que se tocaron en la reunión.

El 17 de diciembre de 2021 se llevó a cabo una reunión informativa del Consejo de Áreas Naturales Protegidas (Conap) en la que se insistió en que el Comisionado de ese momento, Roberto Aviña, debía informar sobre las reuniones que se han seguido presentando entre las autoridades agrarias y las autoridades de Bienes Comunales. Se informó por parte de Julia Carabias que Bienes Comunales anunció en la asamblea conmemorativa de la Comunidad, celebrada días antes en el mismo mes, que ya se había concluido el brecheo de la poligonal de la Comunidad Zona Lacandona sin que las autoridades lacandonas avalaran dicha acción. El Comisionado no estaba enterado de los anuncios de esa asamblea y se comprometió de recabar más información.

El 23 de diciembre de 2021 se volvió a establecer contacto con la directora de la RBMA para dar seguimiento al intercambio de información y comunicó que se habían registrado salidas de personas de los asentamientos irregulares, particularmente de Ranchería Corozal y Nuevo Limar.

En el mes de enero de 2022 hubo cambio del titular de la Conanp, Adán Peña, a quién se le informó con detalle la situación de la Comunidad Zona Lacandona.

El 18 de enero de 2022 se organizó otra reunión virtual entre personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos y la directora de la RMBA. El objetivo de la reunión fue dar seguimiento a las actividades que realizan los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab y los hallazgos de sus recorridos. La directora expresó su interés para realizar un intercambio de experiencias entre los brigadistas que apoya Natura y Ecosistemas Mexicanos y los que trabajan para Conanp, sobretodo para que los últimos compartan sus experiencias utilizando la herramienta SMART.

En el mes de febrero de 2022 se realizó una reunión del Consejo de Áreas Naturales Protegidas y el Comisionado (actual titular de la Conanp, Adán Peña), informó sobre su visita a la Comunidad Lacandona.

El 24 de septiembre de 2022 se llevó a cabo una reunión con la Directora de las ANP de la Selva Lacandona, la Mtra. Ruth Alvarado Rodríguez, en San Cristóbal de las Casas. En dicha reunión se explicaron los avances de los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab que apoya Natura y Ecosistemas Mexicanos y se trasmitieron los reportes de SMART que han generado, explicando los distintos ilícitos que encuentran y su ubicación. Además, se intercambió información sobre los conflictos en las ANP y se trasmitieron las diversas inquietudes del pueblo lacandón sobre las amenazas a su territorio. También se explicó y entregó un informe impreso de los análisis de deforestación y de puntos de calor hallados durante 2021 en las ANP. Se acordó que Natura y Ecosistemas Mexicanos continuará brindado este tipo de información que le resulta relevante.

V. Reuniones eventuales entre las autoridades federales y estatales con las autoridades de la comunidad Lacanjá Chansayab

Con el objetivo de que las demandas del pueblo lacandón sean escuchadas y atendidas, se brindó las facilidades necesarias para que las autoridades de Lacanjá Chansayab pudieran tener reuniones eventuales con las autoridades de gobierno. Los detalles de las reuniones que se lograron facilitar se presentan a continuación.

El 3 de febrero de 2020 la Secretaría de Gobernación (Segob) convocó a las autoridades de Lacanjá Chansayab a una reunión virtual para escuchar sus demandas. Natura y Ecosistemas Mexicanos apoyó en el traslado y apoyo técnico para que dicha reunión se pudiera llevar a cabo. La Segob se mostró muy receptiva a lo que los lacandones dijeron. Comentaron que los mantendrían al tanto de todos los avances de la mesa intersecretarial.

El 18 de mayo de 2020 Natura y Ecosistemas Mexicanos brindó apoyo logístico a las autoridades de Lacanjá Chansayab y otros representantes de la misma comunidad para que se reunieran en Tuxtla Gutiérrez con el Gobernador de Chiapas, Rutilio Escandón. En dicha reunión el Gobernador reconoció el trabajo que los lacandones realizan para la conservación de la Selva Lacandona. Asimismo, reiteró su apoyo a la comunidad lacandona y mencionó que, aunado a la cultura e historia de Chiapas, la biodiversidad es una de sus grandes fortalezas, por lo que les pidió continuar con su conservación, procurar vivir en armonía y privilegiar siempre el diálogo. Las autoridades lacandonas solicitaron que el Gobierno del Estado sea parte de la mesa intersecretarial que atiende el conflicto de la Comunidad Zona Lacandona, ya que hasta ahora no ha intervenido.




Figura 49. Reunión de autoridades y representantes de la comunidad Lacanjá Chansayab con el Gobernador de Chiapas.

El 20 de mayo de 2020 las autoridades de Lacanjá Chansayab fueron convocadas a una reunión virtual de la mesa intersecretarial. Natura y Ecosistemas Mexicanos brindó apoyo técnico y logístico para que los 10 lacandones convocados se transportaran a Palenque para conectarse a dicha reunión, en la cual estuvieron presentes representantes de la Segob, Conanp, Sedatu, Registro Agrario Nacional (RAN) y del Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INPI). Los lacandones expresaron su descontento en cuanto a que no se les está tomando en cuenta en los procesos. Solicitaron que se detengan los acuerdos que están realizando las autoridades de Bienes Comunales que ellos no reconocen. Asimismo, se mostraron mapas con las afectaciones a su territorio por la deforestación que realizan las comunidades vecinas. Se mencionó que Segob ya había hecho contacto con el Gobernador de Chiapas y que en las próximas reuniones asistirán representantes del Gobierno del Estado.

La primera semana de agosto de 2020 la Comisión Interinstitucional convocó a una reunión a las autoridades de Lacanjá Chansayab para actualizarlas en los avances que se han tenido. Natura y Ecosistemas Mexicanos apoyó los movimientos y logística para que dichas autoridades asistieran a la reunión que se llevó a cabo en la ciudad de Palenque. En la reunión, la Procuraduría Agraria presentó los acuerdos que se han hecho con Nueva Palestina, Frontera Corozal y ejidos colindantes con las Comunidad Zona Lacandona. Las autoridades de Lacanjá Chansayab no avalan estos acuerdos, se molestaron con lo presentado y se fueron de la reunión.

Asimismo, durante junio y septiembre de 2020, las autoridades de Lacanjá Chansayab se mantuvieron en comunicación constante con Sergio Montes, Director en ese momento de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), para mantenerlo informado de los ilícitos que encuentran en su territorio y la situación de conflicto que viven con las comunidades vecinas.

En el mes de febrero de 2021 diversas instituciones de gobierno que conforman la Mesa Intersectorial de atención a los conflictos de la Comunidad Zona Lacandona visitaron la zona. Tuvieron reuniones presenciales en Nueva Palestina y Frontera Corozal. Las autoridades de Lacanjá Chansayab expresaron su inconformidad ya que, inicialmente, las autoridades

gubernamentales no pensaban visitar su comunidad; finalmente los representantes de gobierno acudieron a Lacanjá Chansayab. En la reunión, las autoridades de Lacanjá Chansayab expresaron nuevamente que se continúan realizando acuerdos sin considerar a la comunidad lacandona y que con ellos se está afectando el territorio que le corresponde a dicha comunidad. Asimismo, comentaron de los diversos ilícitos que los brigadistas encuentran en sus recorridos de vigilancia, que realizan personas de Nueva Palestina y Frontera Corozal. El Comisionado de Conanp Adán Peña, presente en la reunión, se comprometió a regresar a la comunidad entre marzo y mayo del presente año para visitar los sitios en donde se encuentran los ilícitos.

En mayo de 2021, personal de Conanp, incluido el Comisionado, se reunió con las autoridades de Lacanjá Chansayab. En la reunión el subcomisariado de Lacanjá Chansayab expresó nuevamente su preocupación por las gestiones que continúan realizando las autoridades (no reconocidas por los lacandones) de Bienes Comunales. El Comisionado mencionó que los lacandones deben ser parte del Plan de Vida único que se está planteando, lo cual fue nuevamente rechazado por los lacandones ya que no coinciden con los principios de dicho Plan que se esta elaborando.

El 19 de julio de 2022 la Mesa Intersectorial de atención a los conflictos de la Comunidad Zona Lacandona convocó a una reunión con las autoridades de las tres subcomunidades de la Comunidad Zona Lacandona. En dicha reunión, las autoridades de Lacanjá Chansayab expusieron los siguientes puntos: no se va a continuar con ningún trabajo mientras no destituyan a Bienes Comunales, porque no los reconocen como autoridad; se tienen que respetar los acuerdos de sus Estatutos relacionado con los límites de sus territorio; las estrategias que se hagan para desarrollo de las subcomunidades se tienen que hacer por separado porque hay intereses y necesidades diferentes en cada subcomunidad (hablando sobre lo del Plan de Vida).

El 18 de agosto 2022 las autoridades de Lacanjá Chansayab tuvieron una reunión en su comunidad con funcionarios de la Mesa Intersectorial de atención a los conflictos de la Comunidad Zona Lacandona. Recalcaron los mismos puntos que habían presentado en la reunión de julio.

Finalmente, el 22 de septiembre las autoridades de Lacanjá Chansayab asistieron a una reunión convocada por la Mesa Intersectorial de atención a los conflictos de la Comunidad Zona Lacandona en Nueva Palestina. Ahí, nuevamente expresaron que no se están respetando los Estatutos de la Comunidad Zona Lacandona y que continúan detectando ilícitos en su territorio.

VI. Evaluación de los procedimientos de comunicación y vinculación entre la comunidad, autoridades ambientales y Natura Mexicana y propuesta para institucionalizar este funcionamiento.

Como se mencionó en el apartado I de la presente acción, la adaptación del marco BPMN a los procesos de comunicación que existen entre la comunidad lacandona, las instituciones ambientales y con Natura y Ecosistemas Mexicanos para atender ilícitos y conatos de incendios, permitirá evaluarlos y realizar propuestas de mejora a las distintas etapas, así como las necesidades en cuanto a la vinculación de los distintos agentes involucrados en la atención a los ilícitos ambientales e incendios.

A pesar de que la propuesta de institucionalización de procedimientos fue recientemente desarrollada a principios del presente año, se realizó una primera evaluación del cumplimiento de dichos procesos (figura 50). Es posible realizar esta primera evaluación a manera de línea base ya que se han tenido grandes avances en cuanto a la vinculación y comunicación de los hallazgos de los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab en el periodo del presente proyecto. El cumplimiento de cada paso fue evaluado asignando una de las siguientes condiciones: a) no se cumple; b) en proceso (aún no se cumple en la totalidad de los eventos); c) siempre se cumple; d) no ha ocurrido (no se puede evaluar porque no ha ocurrido el evento).

No se han presentado conatos de incendio a lo largo del año, por este motivo no es posible evaluar el funcionamiento de esta sección del modelo. A pesar de esto se cuenta con información sobre la forma de actuar de los distintos agentes involucrados en este tipo de situaciones debido a antecedentes cercanos, como el caso de un conato de incendio ocurrido en la región aledaña al Monumento Natural Bonampak (MNB) en 2020. En el conato de incendio de 2020 se acudió de forma temprana a verificar las características del incidente y se organizó una brigada comunitaria que liquidó el fuego, la coordinación de la brigada se realizó con ayuda de las autoridades de Lacanjá Chansayab y la asistencia de la delegación local de Protección Civil de San Javier. El Centro Regional de Incendios Forestales (CRIF) de Ocosingo fue notificado en caso de requerir asistencia mayor, aunque no fue necesaria su intervención. La respuesta que podría presentarse ahora sería similar, aunque existen capacidades fortalecidas en este tema gracias a que los brigadistas comunitarios han recibido capacitación en el manejo básico de manejo del fuego y en el seguimiento de protocolos de este tipo de incidentes por parte del CRIF Ocosingo.

La presente evaluación se aplicará anualmente para ir detectando los avances en el funcionamiento de los procedimientos de comunicación y vinculación entre la comunidad, autoridades ambientales y Natura y Ecosistemas Mexicanos y se irá actualizando conforme sea necesario.

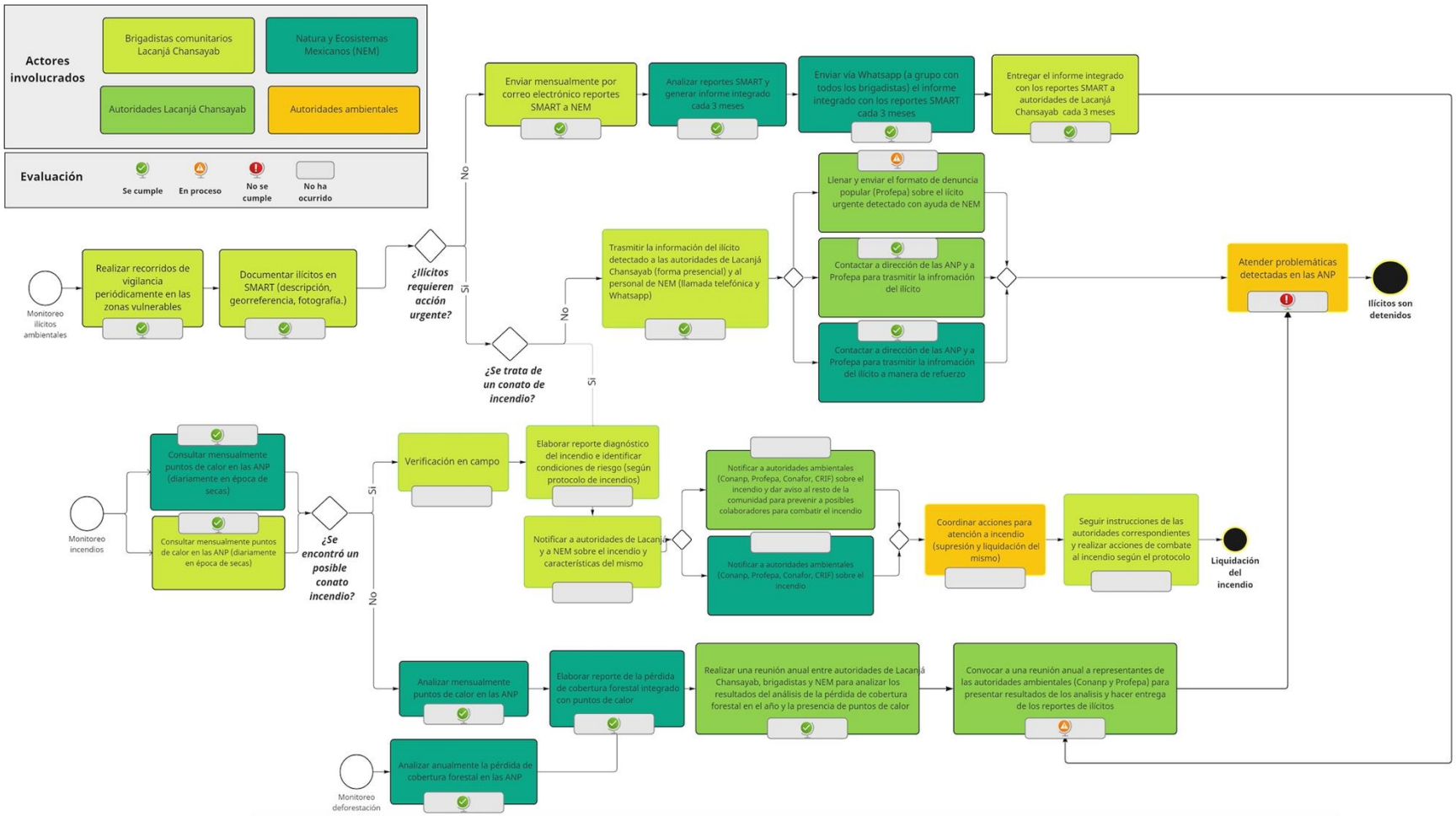


Figura 50. Evaluación del funcionamiento de los procedimientos de comunicación y vinculación entre la comunidad, autoridades ambientales y Natura y Ecosistemas Mexicanos (año 1).

<u>Acción 2.3</u> <u>Fortalecer las capacidades de los brigadistas lacandones para contribuir a la vigilancia y conservación de las ANP.</u>

I. Capacitar a los brigadistas en el uso de equipo de campo como unidades GPS, binoculares, anotación de información, captura en Excel de la información, uso de paquetes Office de cómputo
II. Generar material audiovisual disponible fuera de línea para el procesamiento de los datos de GPS y su interpretación en SIGs (material audiovisual se envía en disco duro)
III. Brindar a los brigadistas y a las autoridades locales información sobre el marco legal ambiental mexicano
IV. Capacitar a brigadistas y a autoridades locales sobre los procedimientos legales para la elaboración de denuncias según el tipo de ilícito ambiental registrado

Indicador de progreso comprometido: 100%; indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Capacitar a los brigadistas en el uso de equipo de campo como unidades GPS, binoculares, anotación de información, captura en Excel de la información, uso de paquetes Office de cómputo.

Con el objetivo de mejorar las capacidades y habilidades en las acciones de vigilancia y monitoreo que realizan los brigadistas comunitarios, se realizaron una serie de talleres de capacitación que se narran a continuación.

Primer curso de capacitación para brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab

Del día 15 al 17 de diciembre del 2019 se realizó un curso taller de capacitación impartido por el personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos en las instalaciones de la Estación Chajul. A dicho curso asistieron los 22 brigadistas comunitarios, así como autoridades de la subcomunidad Lacanjá Chansayab.

Los temas que se impartieron fueron los siguientes.

Importancia del monitoreo

Se realizaron presentaciones generales sobre la importancia del monitoreo biológico, así como de las formas correctas de tomar los datos de dicha actividad, el tipo de datos que son importantes, el uso de la libreta de campo y la toma de notas necesarias.

Se realizo una reflexión de cómo percibían ellos la información que estaban recogiendo en sus recorridos. Se analizó el papel final de la colecta de datos como una parte fundamental de la conservación biológica. Se enfatizó en esa idea con la intención de que se apropiaran del concepto y se sepan participantes fundamentales de la acción.

También se realizo una evaluación del tipo de registros mas frecuentes que realizaban a lo largo de los recorridos. Se pudieron identificar los tipos de elementos que regularmente

registran: huellas, animales, campamentos (pesca, cacería, xateros), señales de tala, apertura de caminos, presencia humana, conatos de incendios, eventos naturales (inundaciones, caída de árboles etc.). Los eventos registrados se realizan a lo largo de 10 senderos que son transitados semanalmente. Dichos senderos y su longitud aproximada son los siguientes.

Sendero	***Long aproximada (Km)***
Laguna Lacanjá	20
Sendero del Burro	15
Laguna Carranza	9
Laguna Jalisco	10
Camino la Herradura	25
Laguna Amarilla	8
Río Cedro	6
Río Chucté	8
Sierra Cojolita	13
Río Lacanjá	9
Total	**123**

De acuerdo con la información proporcionada por los participantes, la longitud total de los 10 senderos es de aproximadamente 123 kilómetros. Dado que cada semana hacen recorridos con base a un rol que tienen entre los mismos brigadistas, estos senderos son visitados por diferentes miembros del grupo. En un recorrido total de los brigadistas de 492 km al mes (123 km por 4 semanas), la posibilidad de registrar eventos es significativa.

Generalidades del Ecosistema

Se explicó de manera sencilla las características generales que definen el ecosistema de la selva. Se habló de los siguientes tópicos: características climáticas y geográficos que determinan la existencia de las selvas tropicales; en que condiciones se presentan las selvas; distribución original y actual de las selvas tropicales; importancia de las selvas tropicales en general; servicios ambientales que estos ecosistemas prestan; riesgos y amenazas a las selvas.

Se hizo énfasis en los riesgos que representa a nivel planetario la perdida de este tipo de ecosistemas. La participación de los brigadistas comunitarios fue intensa y compartieron lo que en su visión tradicional representa la selva. Se debatió la importancia de su conservación, así como la visión contrapuesta que tienen de ella las otras etnias pertenecientes a la Comunidad Zona Lacandona.

Procesos ecológicos

Se ejemplificó el funcionamiento de los ecosistemas mediante procesos naturales a través de los cuales se vincula el funcionamiento del ecosistema. También se explicó la complejidad de la selva, que reside en la intrincada red de relaciones que entre sus diferentes componentes

se establece. Además, se mostraron varios ejemplos que ilustran esta complejidad asociada a las interacciones que se encuentran en los diferentes componentes de este ecosistema. Finalmente, se realizó una evaluación de los conocimientos generales que los participantes tenían en su experiencia.

Está actividad tuvo un componente de campo que se realizo durante un día, en varios recorridos en los senderos de la estación Chajul. Durante tales recorridos se continuo con las explicaciones relacionadas con las interacciones. Asimismo, se explicaron elementos del entorno que pueden servir como indicadores de procesos y de la presencia de organismos. Se compararon, tanto ideas y explicaciones que los brigadistas tienen de dichos procesos, así como los nombres con los cuales conocen a las especies. Se explicó el valor del nombre científico y se dieron algunos ejemplos de ello. Con las explicaciones de campo y la cercanía que los brigadistas tuvieron con esos ejemplos, se reforzó el significado de los procesos e interacciones como parte integral que estructura a una selva.

Equipo básico de monitoreo

Como parte de la capacitación, se impartieron nociones técnicas del manejo de algunos equipos y herramientas que son de utilidad en las actividades que los brigadistas realizan cotidianamente. Si bien, en estos momentos no contaban con algunos de esos equipos, era importante que aprendieran a manejarlos y que conocieran sus prestaciones. Las herramientas que se utilizaron en la práctica de campo fueron: manejo de brújula, manejo de GPS, manejo de binoculares, conceptos generales de fotografía y manejo general de guías de campo de diferentes grupos taxonómicos (aves, mamíferos, reptiles y plantas).

Al final de esta parte de la capacitación y después de realizar diversas prácticas con los equipos, algunos brigadistas de cada grupo fueron capaces de manejarlos de forma práctica para la ubicación de los sitios, así como para orientarse. De igual forma, el uso de binoculares y manejo de guías de campo forma parte de los conocimientos adquiridos durante la capacitación. El uso correcto de los binoculares facilitara la observación de elementos que antes pasaban desapercibidos, por la dificultad de su observación y por lo efímeros que resultan los momentos para su detección. Los elementos generales de uso de fotografía redundarán en mejores imágenes en los reportes que pueden ser usados posteriormente. Es importante mencionar que anteriormente las imágenes no necesariamente mostraban fehacientemente lo elementos observados en los recorridos.

Elaboración de formatos de monitoreo y reportes

Un frecuente inconveniente es lo heterogéneo de los reportes que entregan los diferentes grupos en que se organizan los brigadistas. Esto potencialmente se debe la carencia de conocimiento sobre los componentes que un reporte debe contener. Los reportes son entregados con los elementos que a ellos les parecían relevantes, aunque de manera desorganizada. En ocasiones no se les daba peso a observaciones importantes. Por ejemplo, no se reportaban la presencia de personas que circulaban en los senderos realizando

actividades claramente ilícitas. Se explicaron los elementos básicos que deben integrar una primera versión de reporte estandarizado para todos los brigadistas, iniciando desde el registro de información básica (como fecha, hora de inicio del recorrido, lugar, participantes en el recorrido, etc.) hasta el registro propio del evento detectado: fauna o evidencia de la misma, campamentos abandonados u ocupados, registros de tala, evidencia de apertura de nuevos senderos, personas realizando actividades o transitando, conatos de incendios, daño sobre alguno de los componentes del entorno, apertura natural de claros o cambios en el nivel de los cuerpos de agua o su cause, etc. Asimismo, se explicó que se debe de cerrar la hoja de registros al terminar el recorrido, incluyendo la hora y fecha (si acaso llevó mas de un día el recorrido) y señalando nuevamente los que en el mismo participaron. Posteriormente, se propuso un formato de elaboración del reporte del recorrido para ser integrado en el reporte completo mensual que entregan.

Levantamiento de actas de ilícitos

Un elemento complementario del curso fue proporcionar los elementos necesarios para elaborar una denuncia ante las autoridades pertinentes por alguna actividad ilícita. Lamentablemente, este tipo de acciones son cada vez mas frecuentes en los terrenos de las ANP y los brigadistas son particularmente hábiles para detectarlas, así como sensibles a su impacto.

Con dicho motivo, se les compartieron y explicaron conceptos como es la Denuncia Ciudadana (los brigadistas comunitarios no ostentan ningún tipo de nombramiento o figura para realizar actos de autoridad, mas allá de la denuncia). También la flagrancia, así como los elementos necesarios para configurar la denuncia que sirva de base para una presunta acta de inspección por parte de las diferentes autoridades. Esto en la experiencia de que la falta de elementos en la configuración de denuncias genera la caída de procedimientos que deberían concluirse.

De igual forma, se les proporcionaron elementos básicos de refuerzo para saber de las diferentes leyes y normas que pueden portar fácilmente en sus celulares o tenerlas impresas (LEEGEPA, NOM 059, Ley ambiental del Estado de Chiapas etc.) las cuales pueden consultar.

Cierre

Los resultados obtenidos en este primer curso son positivos. Se interaccionó con los participantes, compartiendo experiencias de trabajo, necesidades e inquietudes. Los elementos que se les impartieron manifestaron los participantes, les serán de utilidad en sus actividades que en adelante llevarán a cabo. Se dará seguimiento a los avances y se irán monitoreando y corrigiendo las falencias conforme se vayan detectando.

La participación de los brigadistas comunitarios fue entusiasta y propositiva. Manifestaron en todo momento interés en los temas. Participaron activamente, tanto en reuniones de trabajo y discusión, así como en las prácticas de campo.



Figura 51. Primer taller de capacitación para mejorar las actividades de vigilancia de los brigadistas comunitarios en la estación Chajul.

Segundo curso de capacitación para brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab

Aprovechando que el semáforo epidemiológico del gobierno federal cambió a verde para Chiapas durante marzo de 2021, se organizó un taller de capacitación para los 22 brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab los días 22, 23 y 24 de dicho mes en su propia comunidad. El taller se desarrolló en un espacio abierto y con todas las medidas de seguridad

para evitar contagios de Covid-19 (uso de cubre bocas, distancia entre asistentes, gel desinfectante aplicado constantemente, etc.).

Antecedentes

Existe una gran variedad de herramientas que pueden ayudarnos a entender lo que ocurre en el territorio; la integración de las distintas fuentes de información nos ayuda a tener una idea más clara de los hechos y fenómenos que acontecen. Asignar coordenadas a los eventos que queremos estudiar nos ayuda a poder integrar información que mejore nuestro entendimiento de las dinámicas que ocurren en el territorio, con esto, podemos identificar patrones en los hechos o fenómenos y la posible relación que existe entre ellos. En esta tarea, los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) son la principal herramienta para poder ubicar geográficamente hechos o fenómenos que podemos presenciar en campo.

El uso, manejo e interpretación de datos provenientes de un GPS pueden ser un componente esencial en las labores de vigilancia que realizan los agentes locales en su territorio, por este motivo se creó una capacitación de 3 días cuyas actividades y resultados se describen a continuación.

Agenda y desarrollo del día 1

Id	Actividad	Objetivo	Proceso	Tiempo (min)
1	Presentación	Generar un ambiente cordial, de respeto y confianza entre los participantes.	Se hace el registro de los asistentes y pase de lista, al pasar cada uno se presenta y cuenta una experiencia significativa para ellos durante los recorridos de vigilancia en la RBMA. Después se abre un espacio para que los brigadistas explican cómo realizan su trabajo, qué dificultades enfrentan y qué aspectos consideran que se pueden mejorar.	20
2	Ubicación de coordenadas en un plano X, Y.	Explicar a los asistentes qué son las coordenadas geográficas y la utilidad en su trabajo de campo.	A través de una explicación sobre el plano cartesiano se establece una semejanza con las líneas imaginarias de la tierra y un sistema de coordenadas geográficas. Se proyecta o dibuja un plano cartesiano y se realiza una actividad para que los asistentes intenten ubicar coordenadas en el plano colocando pines de colores o marcas de plumones; en un segundo ejercicio se asignan valores de latitud y longitud en el plano para ubicar puntos específicos	20
3	Fundamentos teóricos GPS	Explicar a los asistentes la forma en que un sistema de posicionamiento global puede ubicarnos geográficamente mediante coordenadas.	Se describe la forma en que se obtiene una coordenada a través de los componentes del sistema GPS (Satélites, receptores y control). Se hace una introducción a las buenas prácticas en la toma de datos.	20

4	Descanso	Descanso	Descanso	15
5	Puntos de ruta, pistas y rutas	Explicar las 3 funciones principales para la toma de datos GPS y su utilidad	Se explica la diferencia entre puntos de ruta, pistas y rutas, así como los casos en que se suelen utilizar cada uno. Se muestra la forma en que se hace la captura, consulta, navegación y eliminación de puntos, rutas y pistas, mostrando la secuencia de pasos/botones que se deben seguir. Esta explicación se acompañó de la proyección del video elaborado en el parcial anterior, se transfirió el video a los celulares de los brigadistas para que cuenten con material de apoyo. Se realiza la muestra práctica de cómo hacer la toma de datos, poniendo en práctica el método Feynman, en el que unos brigadistas intentan explicar a otros, en caso de ser autorizado, las explicaciones realizadas por ellos pueden grabarse.	40
6	Práctica GPS	Familiarizar a los brigadistas en la práctica de toma de datos mediante un GPS.	Se forman equipos para hacer un recorrido corto, se dan las indicaciones de hacer la toma de puntos en sitios que los brigadistas consideran llamativos o relevantes para la comunidad, que se encuentren en sitios cercanos al lugar de la capacitación. Cada uno de los equipos hará la toma de al menos 1 punto.	30
7	Resultados de la práctica	Mostrar a los brigadistas cómo pueden visualizarse los datos obtenidos en campo.	El técnico muestra cómo es que quedaron registrados los puntos de ruta y pistas del ejercicio de práctica y la forma de consultarlos en el equipo GPS asignado a cada grupo. Se abre un espacio para que los brigadistas comenten los sitios o eventos que consideran interesantes o relevantes para ser ubicados en un mapa de su comunidad.	20
8	Cierre y despedida.	Conocer la opinión de los brigadistas sobre su percepción en la utilidad de la herramienta GPS y hacer una despedida cordial.	Se pregunta a los brigadistas la opinión de la capacitación, los aspectos que consideran necesarios reforzar, así como las cosas que les interesaría aprender a futuro. Se llega a los acuerdos para la organización de los días siguientes, los puntos de encuentro y rutas de vigilancia a recorrer en campo.	15

Resultados día 1

Después de realizada la presentación de la capacitación, los brigadistas narraron la forma en que realizan su trabajo, explicaron que existen recorridos de vigilancia cortos que realizan de forma más frecuente. Los recorridos duran normalmente entre 5 y 7 horas. Existen también recorridos más largos que requieren caminar largas distancias, que duran entre 10 y 12 horas; estos recorridos los realizan completos con menos frecuencia.

Para facilitar la asimilación de los conceptos relacionados con las coordenadas geográficas, se realizó la ubicación de puntos en el plano cartesiano, con la que se explicó la forma de ubicar cualquier punto sobre la superficie de la tierra con líneas imaginarias (se mostraron

los paralelos y meridianos con ayuda de Google Earth). Esta actividad contó con la participación de 10 asistentes, ocho de ellos ubicando sin ayuda y de forma correcta, coordenadas indicadas por el técnico en el plano cartesiano.



Figura 52. Ubicación de la comunidad mostrada en un mapa y localización de puntos en el plano cartesiano.

Se realizó una explicación teórica sobre los componentes de un sistema de posicionamiento global, detallando la forma en que dichos componentes funcionan para proporcionar la ubicación de cualquier punto sobre la superficie de la tierra.

Para favorecer la práctica en la manipulación de los equipos GPS, se utilizó el método Feynman para explicar la forma en que se colocan y retiran baterías, el apagado y encendido de los equipos, las funciones de los botones y ventanas principales. La aplicación del método Feynman consistió en la explicación con detalle a cinco de los asistentes, después cada uno de ellos explicó a un compañero más; en esta etapa se brindó apoyo para resolver dudas emergentes. Este ejercicio se repitió hasta que todos tuvieron la oportunidad de practicar con los equipos todas las funciones de apagado, encendido y navegación entre ventanas. Durante esta actividad surgieron líderes en los equipos que apoyaron a más de un compañero y se encargaron de supervisar la actividad en general.





Figura 53. Explicación sobre las funciones básicas: encendido, apagado, cambio de baterías, funciones de botones y ventanas.

En la explicación sobre qué son y cómo se registran puntos de ruta (waypoints, en inglés) y pistas (tracks, en inglés) en un GPS, se agruparon a los asistentes en tres equipos. Los grupos expresaron tener conocimientos previos sobre el registro de datos con el GPS, pero por la falta de refuerzo y práctica no podrían realizar esta actividad sin ayuda. Al recibir la explicación, los líderes de cada grupo asumieron el rol de tutores después de comprender la importancia de que todo el grupo fuera capaz de realizar el levantamiento de datos en campo.



Figura 54. Explicación a los equipos sobre la forma de registrar puntos de ruta y pistas, previo a sus recorridos de práctica.

Después de recibir la explicación, cada equipo realizó un recorrido corto, cercano al sitio de la capacitación, registrando puntos de ruta en el GPS y en sus libretas, así como la grabación de la pista. Los equipos respetaron la indicación de que todos los integrantes tuvieran la oportunidad de registrar al menos un punto de ruta, siendo los mismos integrantes quienes ayudaran explicando la forma de hacerlo, aplicando el método Feynman y preguntando las dudas antes de hacer el recorrido de práctica.



Figura 55. Equipo aplicando método Feynman para explicar la toma de puntos de ruta y pistas, durante el recorrido de práctica.

Al terminar los recorridos de los tres equipos, se les mostró la forma de consultar los resultados en las ventanas de mapas en el GPS. Con los registros hechos en la actividad se realizó un mapa para mostrar los resultados en el tercer día de capacitación. En el cierre de este día de capacitación, los asistentes comentaron las posibles aplicaciones de los datos GPS que les gustaría aprender para generar un beneficio a su comunidad o sus actividades adicionales a las labores de recorridos de vigilancia. Mencionaron que les gustaría realizar mapas de los senderos que utilizan para ecoturismo, ubicar geográficamente y realizar mediciones en sus parcelas.



Figura 56. Mapa de los recorridos de práctica realizados por los 3 equipos, a los alrededores del sitio de capacitación.

Actividades del día 2:captura de puntos de ruta y pistas en campo.

Se formaron tres equipos para realizar el recorrido de los senderos cercanos al sitio de la capacitación, haciendo la toma de puntos de ruta y el registro de pistas. Se acordó un mismo punto de inicio para los tres equipos para hacer la entrega de los equipos GPS y para resolver dudas antes de iniciar los recorridos y se estableció que el recorrido a realizarse debía ser de cuatro horas. Una vez dadas las indicaciones y realizada la supervisión de los equipos GPS configurados para la toma de datos, se acordó:

- Mantener el registro de la pista durante todo el recorrido para georreferenciar el sendero completo.
- Marcar puntos de ruta en los sitios donde exista un registro visual o evidencia de fauna, así como de actividad humana; los registros se detallan en anotaciones en una libreta de campo.
- Cada integrante del equipo debe registrar al menos un punto de ruta; es responsabilidad del equipo explicar la forma de hacerlo y apoyar en el aprendizaje.



Figura 57. Organización de los grupos y resolución de dudas en el punto de inicio de los recorridos.

Resultados día 2

Al finalizar los recorridos, los grupos regresaron al punto de encuentro y comentaron su experiencia con el resto de los brigadistas. Comentaron los avistamientos, las complicaciones en el registro de datos y los aspectos que dominaron. Lo más tardado durante los recorridos resultó el cambio de responsable en la toma de datos, pero al final todos pudieron participar en esta actividad, ayudados por sus compañeros.



Figura 58. Recorrido en la selva realizando toma de puntos de ruta y la pista del sendero.

Los puntos de ruta y pistas de los tres recorridos fueron puestos en un mapa con el objetivo de verificar la correcta toma de datos; además, es un insumo útil para la muestra del procesamiento completo de la información, ejemplificando la forma en que la información que se obtiene en campo puede integrarse con otras fuentes de información.

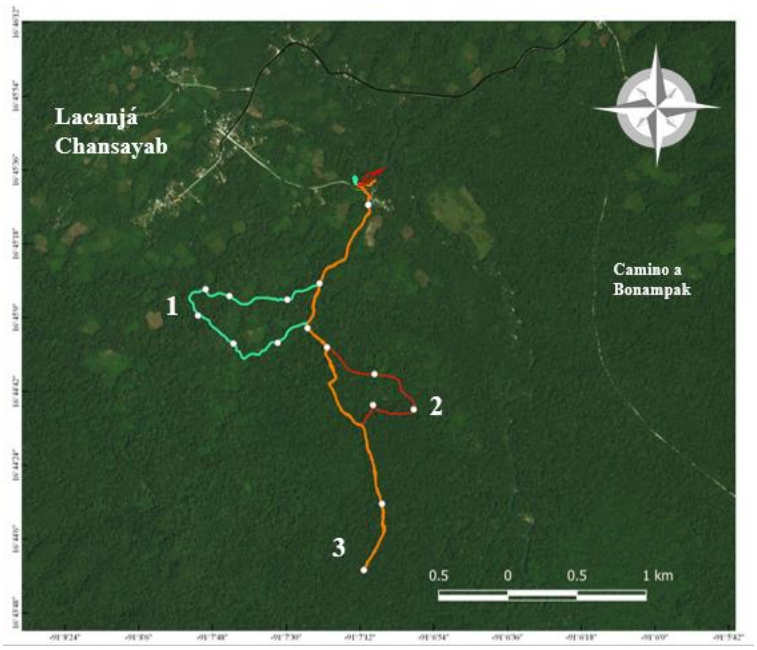


Figura 59. Mapa de los puntos de ruta y pistas registrados por los 3 equipos durante su recorrido en los senderos.

Actividades y desarrollo del día 24 de marzo de 2021: traslado de datos a mapas y aplicaciones de las herramientas.

Id	Actividad	Objetivo	Proceso	Tiempo (min)
	Mapas de los recorridos	Mostrar en un mapa el recorrido de campo con puntos de ruta y pistas hechos en campo.	En un mapa se despliegan los puntos de ruta y pistas de los 3 equipos, con cada equipo se da la oportunidad de comentar al grupo el hallazgo encontrado en los puntos de ruta registrados.	30
	Identificación de elementos en un mapa topográfico	Explicar a los asistentes, los elementos de un mapa topográfico y la forma de interpretarlos.	Se colocan las cartas topográficas que incluyen a Lacanjá y zonas aledañas, además de proyectar la imagen de un mapa topográfico mostrando y explicando sus elementos: Título, escala y elementos gráficos representados con su respectiva simbología. Con ayuda de la participación de los asistentes se intenta ubicar a la comunidad y el sitio exacto en el que nos encontramos al momento de la capacitación.	20
	Identificación de zonas de interés para vigilancia	Facilitar el reconocimiento de la comunidad y sus sitios representativos en un mapa.	Se organiza a los asistentes en grupos de 5 personas, después se indica que cada grupo debe pasar a indicar sitios que reconoce en las cartas topográficas (Claves E15D56 y E5D66). Los primeros sitios para identificar son los recorridos del día anterior, esto con ayuda de la proyección de los recorridos en QGIS. Después se pedirá que ubiquen	30

			todos los sitios donde se realizan recorridos de vigilancia y zonas de atención prioritaria por los hallazgos que realizan en los recorridos. Se buscará que cada equipo tenga el tiempo limitado y que el equipo siguiente logre realizar más hallazgos, al contar con el trabajo previo de sus compañeros.	
	Identificación de pérdida de cobertura forestal	Familiarizar a los asistentes con la forma en que puede visualizarse la pérdida de cobertura forestal en un SIG	Una vez familiarizados con los mapas y la forma en que se representan los elementos que ubican del territorio, se muestra de la pérdida de cobertura forestal ocurrida en la comunidad y zonas aledañas durante el periodo de 2000 a 2019, explicando la forma en que esa información es generada a través de los datos proporcionados por imágenes satelitales. Se abre un espacio para que los asistentes logran asociar eventos históricos que hayan representado pérdida de cobertura forestal y que dichos eventos puedan ubicarse en el mapa desplegado.	15
	Puntos de calor	Familiarizar a los asistentes con los puntos de calor, como elemento de un sistema de alerta de incendios.	Se realiza una explicación teórica sobre lo que es un punto de calor y la forma en que se genera a través de la información obtenida por los sensores satelitales, para ilustrarlos se muestra un mapa con puntos de calor y se despliega la información que posee cada punto, en caso de existir puntos cercanos a los recorridos se analizan las fechas y se complementa con los testimonios de los brigadistas.	15
	Práctica en QGIS	Facilitar la práctica y apropiación	Se indica a un voluntario de cada equipo la forma manipular el software QGIS en sus funciones básicas, explicando la lógica de la integración de la información al añadir o quitar capas de información. Se da la oportunidad de que se familiaricen explorando los recorridos realizados el día anterior, así como la información expuesta en la capacitación.	30
	Aplicaciones para la comunidad	Conocer la percepción de los asistentes sobre la utilidad de las herramientas aprendidas y futuros intereses.	Hojas bond se colocan en una mesa, se da la indicación a los asistentes que escriban por equipos, las posibles aplicaciones que pueden tener las herramientas mostradas y enseñadas en los 3 días de capacitación. Después las aplicaciones y herramientas se agrupan complementando ideas de forma grupal.	25
	Agradecimiento y cierre	Conocer la opinión de los asistentes sobre la capacitación y realizar una despedida cordial.	Se abre un espacio para que los brigadistas compartan su opinión de la capacitación de forma voluntaria, sobre los aspectos positivos y oportunidades de mejora, actividades más significativas, etc. Se cierra la capacitación agradeciendo la asistencia.	15

Resultados día 3

La capacitación inició mostrando en un mapa los recorridos realizados el día anterior. Se señalaron los puntos de ruta de cada recorrido y cada grupo. Cada grupo compartió los hallazgos registrados en el recorrido, contrastando así la información que recordaban y

anotaron en sus libretas de campo, con la información que se encontraba representada en el mapa.

Se proyectó la carta topográfica E15D56 explicando la forma de interpretarla, a través de su simbología y elementos gráficos (ríos, carreteras, caminos, infraestructura y curvas de nivel). Se explicó también el concepto de escala. Después, las cartas E15D56 y E5D66 se colocaron en mesas y por equipos de cinco personas, los brigadistas señalaron en el mapa a su comunidad, los sitios más representativos, los sitios donde hacen vigilancia, así como las zonas de mayor incidencia de ilícitos detectados. Destacaron como sitios prioritarios para la vigilancia, la Reserva Comunitaria Sierra Cojolita y Laguna Lacanjá, además de las colindancias con las subcomunidades Nueva Palestina y Frontera Corozal.



Figura 60. Equipos ubicando sitios y elementos físicos de su comunidad en mapas topográficos.

Una vez ubicados los sitios más representativos de su comunidad en un mapa, así como las pistas de los recorridos, se desplegó sobre el mismo mapa la información de pérdida de cobertura forestal ocurrida entre 2000 y 2019, así como los puntos de calor registrados en 2019 por el Sistema de Alerta Temprana de Incendios de la Conabio. Las capas de información presentadas se acompañaron de una explicación sobre cómo se obtienen e interpretan, además de su utilidad en el contexto de la comunidad. Después de mostrar la información se abrió la participación de los brigadistas para conocer si lograban asociar los eventos de pérdida de cobertura forestal, quemas o incendios, que ocurrieron en los últimos años con la información mostrada en el mapa. Resaltó un incendio ocurrido en 2019 que consumió 12 hectáreas de selva. Dicho evento expresado por los testimonios de los

brigadistas coincidió con la información mostrada en el mapa, en las cercanías del camino que comunica la zona arqueológica Bonampak, con la zona centro de la comunidad.



Figura 61 . Muestra de la pérdida de cobertura forestal y puntos de calor en los últimos años en la región.

La última etapa de la captura, manejo e interpretación de datos GPS incluye el uso de Sistemas de Información Geográfica, por lo que se abrió un espacio para que los brigadistas pudieran interactuar con el software y recibir capacitación en su manejo básico. Un representante de cada grupo fue voluntario para manipular el software y explorar la información mostrada en la capacitación. El manejo básico y exploración de la información fue exitoso para los voluntarios, quienes expresaron interés por continuar esta práctica en caso de contar con los medios para hacerlo.

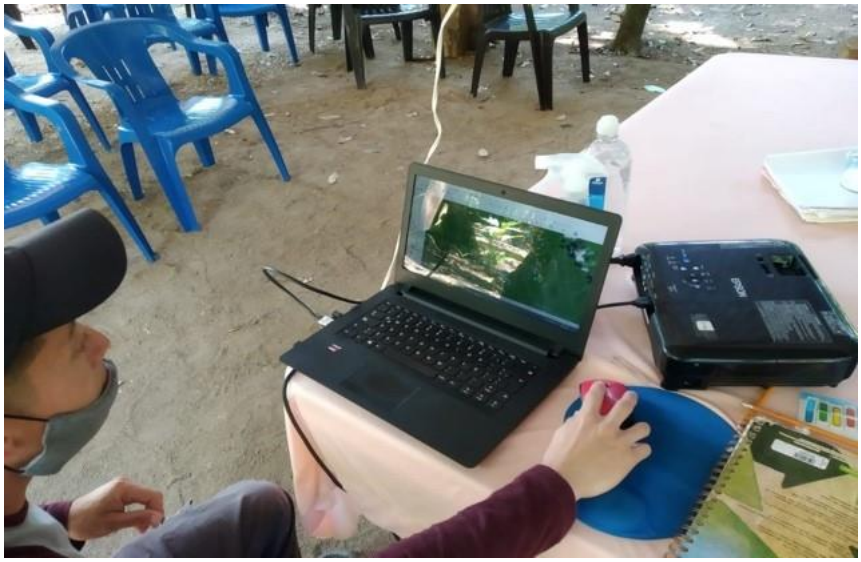


Figura 62. Práctica en manejo básico de QGIS con las capas de información de la capacitación.

En la actividad de cierre de la capacitación se preguntó la opinión a los asistentes, quienes se mostraron satisfechos con las actividades e interesados por los siguientes temas:

- Recibir capacitación de forma constante en las herramientas ligadas a los datos de GPS (mediciones de rumbos y distancias, áreas y perímetros, georreferenciación de senderos, etc.).

- Interés por aprender a consultar y gestionar de forma independiente la información de pérdida de cobertura forestal y puntos de calor.
- Deseo de aprender el manejo básico de cómputo, así como la necesidad de adquirir equipos de cómputo para realizar los reportes de los recorridos de campo.
- Aprender el manejo básico de Sistemas de Información Geográfica para desplegar, analizar y crear cartografía de su comunidad; esto para quienes ya poseen conocimientos básicos en el manejo de computadoras.

El taller resultó muy exitoso, los asistentes estuvieron atentos a lo largo del todo el taller y con las diferentes prácticas se pudo observar que se logró trasmitir el conocimiento deseado. Es necesario continuar con lo ejercicios de fortalecimiento de capacidades para lograr un grupo consolidado de brigadistas que puedan atender su territorio.

Tercer curso de capacitación para brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab

Del 28 al 30 de septiembre del 2021 se realizó un taller de capacitación para el grupo de brigadistas comunitarios cuyo objetivo fue brindar un refuerzo a los conocimientos teóricos y prácticos sobre los sistemas de posicionamiento global, además de proporcionar el equipo y capacitación necesarios para el levantamiento de datos de los recorridos de vigilancia mediante dispositivos móviles y aplicaciones como Forest Watcher.

Actividades y desarrollo

Id	Actividad	Objetivo	Proceso
1	Bienvenida e introducción al taller	Presentar a los asistentes los objetivos de la capacitación y generar un espacio de diálogo sobre las necesidades más urgentes.	Se realiza un saludo cordial al grupo y se presentan los objetivos de la capacitación, se inicia un diálogo preguntando a los brigadistas: "¿Qué ha pasado en la selva desde la última vez que nos vimos?" haciendo énfasis en el surgimiento de nuevas necesidades en cuanto a capacitación.
2	Diagnóstico	Evaluar los conocimientos teóricos que poseen los asistentes sobre los sistemas de posicionamiento global.	Se realiza una sesión de preguntas sobre conceptos teóricos de los elementos y funcionamiento de un sistema de posicionamiento global, la forma en que se obtienen las coordenadas y los tipos de datos utilizados en los levantamientos de campo: puntos de ruta, pistas y rutas. Se busca la participación de al menos un elemento de cada equipo de trabajo.
3	Refuerzo de conceptos sistema GNSS	Repaso de conceptos sobre los sistemas de posicionamiento global	Tomando como base los conceptos e ideas no comprendidos aún sobre el funcionamiento y aplicación de los sistemas de posicionamiento global, se realiza una explicación general del funcionamiento de este tipo de sistemas, profundizando en los conceptos menos comprendidos por los asistentes.
4	Equipamiento	Proporcionar a los brigadistas el equipo necesario para un óptimo levantamiento y	Se muestra al grupo los equipos smartphone, así como las aplicaciones y cuentas con las que se encuentran configurados, esto también se realiza con la laptop y el GPS. Se realiza la entrega al grupo acordando a los responsables de

		comunicación de datos en los recorridos de vigilancia	cada equipo. Se realiza una dinámica grupal para elaborar los acuerdos de salvaguarda y buen uso.
5	Práctica de toma de datos GPS en recorridos de campo.	Diagnosticar los elementos del manejo básico que necesitan reforzarse y detectar a los guardas que requieren de mayor acompañamiento durante la capacitación	Se proporcionan GPS apagados y sin pilas, se pide que los enciendan y hagan la navegación de puntos de ruta previos, además de la toma de un waypoint inicial en el sitio de la capacitación, así como el registro de una pista realizando un recorrido corto en un sitio cercano al sitio de la capacitación. Durante esta actividad no se proporciona ayuda, la actividad se realiza por equipos (respetando los equipos formados para las brigadas), durante la práctica se hacen las observaciones de los guardas que requieren mayor asistencia, así como de los pasos que no recuerdan y necesitan reforzar.
6	Registro de puntos de ruta y pistas en senderos.	Reforzar los elementos prácticos en la toma de puntos de ruta y pistas	Se forman equipos (mismos equipos de sus recorridos cotidianos) y se proporciona al menos un equipo GPS a cada brigada o bien un smartphone, se realiza también la demostración de uso de la aplicación UTM Geomap en al menos un celular de cada equipo. Preparados los equipos se da la indicación de registrar puntos de ruta y pistas en los senderos tanto en los GPS como en los celulares para su posterior visualización, todos los miembros de las brigadas deben capturar al menos un waypoint en cualquiera de los dispositivos.
8	Introducción a Forest Watcher	Exponer la herramienta Forest Watcher para el monitoreo de ilícitos y levantamiento de datos con dispositivos móviles y QField para colecta de datos geográficos.	Se hace la exposición de la herramienta Forest Watcher y la herramienta SMART para la vigilancia y registro de ilícitos, se muestran casos de su aplicación en otras partes del mundo, abriendo un espacio para la participación de los guardas con el objetivo de conocer su opinión sobre la herramienta y la viabilidad de su aplicación en su trabajo actual. Se expone también un proyecto previamente realizado en Qfield y la forma de capturar los datos en los recorridos de campo.
9	Boleta de reportes para brigada Lacanjá	Capacitar a los asistentes en el llenado de los formularios durante los recorridos de vigilancia.	Se muestra el quipo la información a llenar en los reportes en Forest Watcher, esto haciendo una muestra simulando la captura de datos en un recorrido de campo. Esta explicación se hace de forma grupal y con un refuerzo por equipos. Se pide a cada grupo que realicen un registro de forma individual como práctica.
8	Familiarización con rasgos físicos del territorio en imágenes satelitales	Facilitar la identificación de elementos del territorio y rasgos físicos conocidos en imágenes satelitales.	Se proyecta un mosaico de imágenes satelitales Sentinel-2 correspondientes al mes de mayo de 2021, a través de una dinámica grupal se solicita a los asistentes que identifiquen elementos del territorio que les resulten familiares, como carreteras, comunidades, cuerpos de agua, zonas arqueológicas, etc.
9	Transferencia de insumos	Proporcionar material audiovisual con video tutoriales sobre los conceptos teóricos y elementos prácticos revisados durante el día .	Transferencia de los video tutoriales a los celulares de los brigadistas, se realiza una vista previa de los materiales proporcionados y se proporciona asistencia para la reproducción del material.

10	Cierre y retroalimentación	Obtener información sobre la experiencia de los brigadistas durante la capacitación	Se hace un cierre cordial al taller, preguntando las actividades sencillas, difíciles, posible utilidad en las actividades de los guardas, posible mejora en actividades.

Resultados

Mostraron recordar los conceptos más importantes de un sistema de posicionamiento global, aunque los elementos prácticos del manejo del GPS fueron recordados con menor éxito. A pesar de ello, al menos un integrante de caga grupo logró la manipulación básica del equipo de manera exitosa. La colaboración entre compañeros y el refuerzo realizado, tanto en los elementos teóricos como en los prácticos, ayudó a que la capacitación y los ejercicios se realizaran con fluidez.



Figura 63. Refuerzo a conocimientos teórico-prácticos de los sistemas de posicionamiento global.

Con el objetivo de optimizar el trabajo del grupo de brigadistas, se les equipó con lo siguiente:

- 1 teléfono Blackview 6300Pro 128 GB, 16MP HDR. Equipado con software útil para monitoreo de ilícitos en ANP
- 3 teléfonos Blackview 6300 32 GB, 13 MP HDR. Equipados con software útil para monitoreo de ilícitos en ANP
- 1 laptop HP 14-cf2074la, Windows 10. Intel Core i5, 8 GB de SDRAM, Estado sólido PCIe NVMe™ M.2 de 256 GB. Equipada con software de ofimática y sistemas de información geográfico.
- 1GPS Garmin ETrex 10 Serie 1 negro y anaranjado.
- Botas de campo y botas de hule para la temporada de lluvia

Buscando asegurar el uso adecuado y salvaguarda de todo el equipo proporcionado se llegó a los siguientes acuerdos:

- Los equipos proporcionados se usarán sólo para las actividades de trabajo; no se utilizarán con fines de entretenimiento, por lo que no se permite cargar contenido que no esté relacionado con la vigilancia de ilícitos, recorridos y reportes.
- Se asignó un celular por equipo de trabajo, quien designó a un responsable para su resguardo. Se registró el IMEI y opciones de seguridad en caso de extravío.
- No se instalarán aplicaciones adicionales a los celulares; en caso de que se necesite una aplicación adicional se hará en las sesiones grupales de capacitación
- El coordinador del grupo de brigadistas se encargará del resguardo de la laptop y el GPS; todos pueden acceder a la laptop para su uso, pero no se moverá del sitio acordado para su resguardo. En caso de que las autoridades de la comunidad necesiten hacer uso de la computadora para la elaboración de un documento, pueden hacerlo, manteniendo el equipo en el sitio acordado para su resguardo.



Figura 64. Equipamiento de los brigadistas con teléfonos, laptop, GPS y software para el levantamiento de datos en campo.

Para realizar la capacitación a los brigadistas en la toma de datos mediante dispositivos móviles, a través de plataformas como SMART, Forest Watcher y Qfield, se prepararon espacios de trabajo ligados a una cuenta de Gmail creada con el fin de vincular el trabajo de los brigadistas, así como de facilitar la transferencia de la información.

En Forest Watcher se creó un espacio de trabajo útil para hacer la captura de información en recorridos y avistamiento de ilícitos en las ANP: Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), Monumento Natural Bonampak (MNB) y Reserva de la Biosfera Lacantun (RBL) y reserva comunitaria Sierra Cojolita. El formulario creado les permite tomar fotografías, describir sus avistamientos, elegir su brigada y recorrido, así como registrar las coordenadas y exportar dicha información en un reporte. Dicho formulario y espacio de trabajo se pusieron a prueba registrando un recorrido a lo largo del límite interno entre las comunidades Nueva Palestina y Lacanjá Chansayab, sobre la Sierra Cojolita.

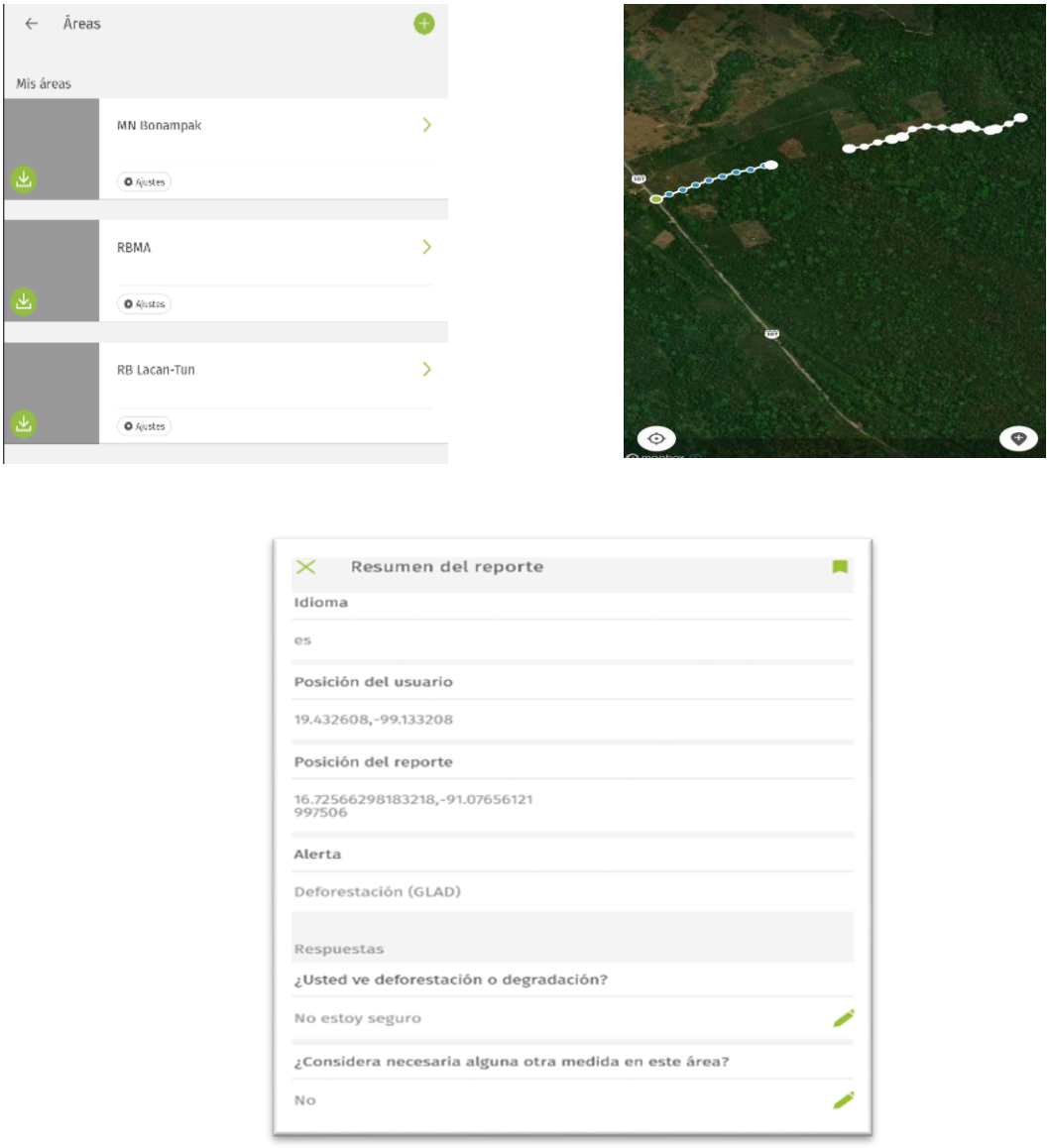


Figura 65. Interfaz de Forest Watcher y Qfield adaptados al grupo de brigadistas de Lacanjá Chansayab: Áreas de trabajo RBMA, MNB y RBL; recorrido registrado sobre el límite interno entre Lacanjá Chansayab y Nueva Palestina; y, formulario creado para el levantamiento de datos en campo, ejemplo de reporte.

En Qfield se creó un proyecto que contiene la siguiente información: capa para georreferenciar avistamientos, capa para grabar recorridos, deforestación 2000-2020, sombreado de relieve, rasgos arqueológicos, cuerpos de agua, carreteras, caminos, áreas naturales protegidas, límites municipales, estatales y nacionales, mosaicos de imágenes satelitales en color real, infrarrojo e infrarrojo cercano. La información del proyecto está disponible en todos los teléfonos proporcionados, esto con el fin de facilitar su ubicación durante los recorridos y durante la interpretación de la información que obtienen en campo.

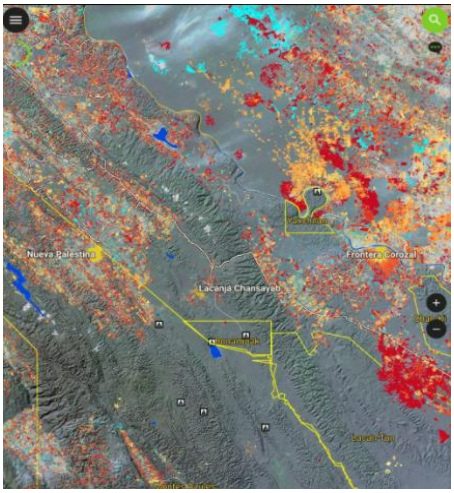


Figura 66. Interfaz de Qfield adaptada al grupo de brigadistas de Lacanjá Chansayab: proyecto Qfield "Brigadistas Lacanjá" mostrando deforestación de los últimos 20 años.

Durante el recorrido a lo largo del límite interno entre las comunidades Nueva Palestina y Lacanjá Chansayab, sobre la Sierra Cojolita, se llenaron reportes en el espacio de trabajo de Forest Watcher y Qfield, tomando como referencia los vértices de dicho límite, registrando las coordenadas y las fotografías de los sitios.



Figura 67. Registro de rutas con Forest Watcher y QField, ejercicio en recorrido sobre límite interno de Lacanjá Chansayab y sus vértices.

La continuidad en el fortalecimiento de las capacidades del grupo de brigadistas ha permitido dar un refuerzo a los aprendizajes adquiridos anteriormente. Es necesario mantener esta continuidad para consolidar el trabajo de este grupo, primero fortaleciendo el trabajo cotidiano y las dinámicas internas para después crear vínculos sólidos con entidades externas, principalmente con la Conanp.

Cuarto curso de capacitación para brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab

A pesar de haber realizado previamente un curso de capacitación para el uso de herramientas de monitoreo y vigilancia se consideró necesario realizar otra capacitación para que los brigadistas comiencen a aplicar los conocimientos y usen las herramientas para mejorar la captura de la información de sus recorridos. Los brigadistas comunitarios expresaron su interés en utilizar la herramienta SMART, ya que la encuentran más amigable que Forest Watcher. Es por lo que se realizó un taller teórico práctico de SMART los días 15 y 16 de febrero de 2022 en la comunidad Lacanjá Chansayab, al que asistieron los 22 brigadistas.

En primer lugar, el instructor presentó las características de la plataforma SMART, mostrando la interfaz y la propuesta de boleta que se elaboró para que utilice la brigada. Los brigadistas solicitaron algunos ajustes a dicha boleta y se estableció la boleta final que será la que utilizarán en sus recorridos.



Figura 68. Presentación de la herramienta SMART y ajuste de la boleta para la brigada.

Posteriormente se dividió al grupo en las diferentes brigadas y se descargó en los celulares de cada una la herramienta SMART. Ya teniendo la herramienta lista para ser utilizada, los brigadistas comenzaron a explorar su uso con ayuda de los instructores.



Figura 69. Brigadistas explorando la herramienta SMART en el celular de la brigada.

A continuación, se les solicitó a los brigadistas hacer una prueba de registro en la plataforma, haciendo un recorrido en las inmediaciones del espacio usado para el taller. Un instructor acompañó a cada brigada, tratando de intervenir lo menos posible para que los brigadistas practicaran, pero estando al alcance para resolver cualquier duda.



Figura 70. Brigadistas realizando una prueba de registro en la plataforma SMART.

Finalmente, se organizó una práctica de campo a los sitios en donde tienen colocadas las cámaras trampa para el monitoreo de fauna. Los asistentes al curso se dividieron en brigadas, como acostumbran hacer para realizar sus patrullajes, y se hicieron recorridos de tres horas en los que fueron capturando toda la información de sus observaciones en SMART.



Figura 71. Práctica de campo de uso de SMART.

La capacitación resultó muy útil, los brigadistas se sintieron muy cómodos utilizando la herramienta SMART y nos comentaron posteriormente que ya están utilizándola para generar sus reportes.

Quinto curso de capacitación para brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab

El 14 de junio de 2022 se llevó a cabo un taller de refuerzo de uso de SMART. En esta ocasión el objetivo de la capacitación fue enseñar a los brigadistas como compartir los reportes que están generando en la aplicación al personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos, y a quien ellos deseen. Prácticamente todos los brigadistas están haciendo uso de SMART, pero era necesario asistir a la comunidad a recabar los resultados mensualmente. Además, en caso de querer compartirlos con la Conanp o con otras autoridades, dependían de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Es por ello que se les capacitó para compartir los

reportes que generan vía virtual (tanto por correo electrónico usando la cuenta de la brigada, como por Whats App).

Primero, el facilitador de la capacitación explicó cada paso para realizar el envío y fue mostrando las capturas de pantalla para que los brigadistas fueran siguiendo cada paso.



Figura 72. Presentación de las instrucciones para realizar el envío de los reportes SMART.

Posteriormente se hizo entrega de un instructivo impreso que contiene cada paso para realizar el envío. Finalmente se solicitó que cada brigada hiciera una práctica y enviara al correo alguno de sus recorridos. Todos lo lograron hacerlo con éxito. Desde ese día, han logrado enviar al personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos todos los reportes de los recorridos que realizan.



Figura 73. Brigadistas practicando el envío de los reportes SMART.

Sexto curso de capacitación para brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab

El día 17 de julio de 2022 se facilitó en Lacanjá Chansayab un curso teórico práctico para el uso de herramientas para detectar puntos de calor, al que asistieron los 22 brigadistas y personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

En primer lugar, el grupo se dividió en brigadas y se le entregó a cada una un mapa y una imagen satelital que contenían las ANP de la Selva Lacandona, las comunidades y zonas con sistemas productivos. El objetivo fue que marcaran en el mapa las zonas que, por experiencia, consideran las más vulnerables a tener incendios (sobretodo sitios en los que se realizan quemas agropecuarias que muchas veces se salen de control). Cada brigada pasó a mostrar al resto del grupo las zonas que habían marcado y se concluyó que todas coinciden. Con esto se determinaron las áreas para las que el monitoreo de incendios resulta prioritario.



Figura 74. Trabajo con mapas e imágenes satelitales para detectar zonas vulnerables a los incendios forestales.

Como parte del mismo ejercicio se proyectaron imágenes de satélite de donde han ocurrido incendios en los últimos cinco años. Efectivamente los incendios estuvieron localizados en los sitios que los brigadistas habían definido como las zonas más vulnerables. Posterior a ello, se mostraron los puntos de calor en esos mismos sitios y como iban avanzando en el tiempo: desde que aparece el primer punto de calor cuando comienza un incendio y como van aumentando los puntos con cada día que pasa. El objetivo de mostrar estas imágenes fue que los brigadistas percibieran la utilidad de detectar un incendio desde el comienzo, explicando que existen herramientas que así lo permiten.



Figura 75. Explicación de el inicio y propagación de un incendio, usando como ejemplo un incendio de 2019 que afectó el territorio de la Comunidad Zona Lacandona.

Posteriormente, se mostró la plataforma Sistema de Alerta de Incendios que pone a disposición la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Conabio) en el portal http://incendios.conabio.gob.mx/. Se explicaron los objetivos y diferentes componentes de la plataforma.



Figura 76. Explicación del objetivo y componentes del Sistema de Alerta de Incendios.

A continuación, se proyectó la plataforma Sistema de Alerta de Incendios y se fue mostrando paso a paso como obtener los puntos de calor del sitio deseado.



Figura 77. Explicación de los pasos para obtener los puntos de calor en el Sistema de Alerta de Incendios.

Finalmente, los asistentes se volvieron a dividir en brigadas y prepararon los celulares de cada una para proceder a usar la plataforma de Sistema de Alerta de Incendios. El instructor proyectó un video en el que se repetían los pasos, desde un celular, para desplegar los puntos de calor en el sitio deseado. Ese video fue compartido por WhatsApp para que puedan revisarlo y recordar el proceso cuando se necesite. Los brigadistas fueron explorando y usando con éxito el Sistema de Alerta de Incendios.







Figura 78. Práctica del uso del Sistema de Alerta de Incendios.

Para cerrar el curso, se hizo una ronda de preguntas y comentarios. Los brigadistas mencionaron que no sabían que existía una herramienta tan útil y accesible para cualquier persona. Comentaron que la temporada de mayor riesgo para incendios empieza en la temporada de secas, a partir de del mes de abril, y por lo mismo, están en muy buen tiempo de empezar a usar el Sistema para detectar de manera temprana los posibles incendios, dar aviso a las autoridades y ayudar a combatirlos.

II. Generar material audiovisual disponible fuera de línea para el procesamiento de los datos de GPS y su interpretación en SIG.

A lo largo del presente proyecto se elaboraron materiales audiovisuales en forma de cuatro videos que fueron distribuidos a los brigadistas comunitarios para que puedan consultarlos fuera de línea y contar con información acerca del procesamiento de datos y su interpretación.

El primer video contiene una explicación sencilla sobre el funcionamiento de los sistemas de posicionamiento global (GPS). Asimismo, se exponen los componentes: espacial, de control y usuario. Además, explica la forma en que esta herramienta es de utilidad para el trabajo de campo. Contiene también una explicación sobre la forma de realizar la instalación de un Sistema de Información Geográfica de software libre (QGIS) y los pasos a seguir para la visualización de un archivo GPX, simulando los datos obtenidos mediante un equipo GPS. Como paso introductorio a la interpretación de los datos, el video ejemplifica la forma de instalar y utilizar un servicio para desplegar mapas base.

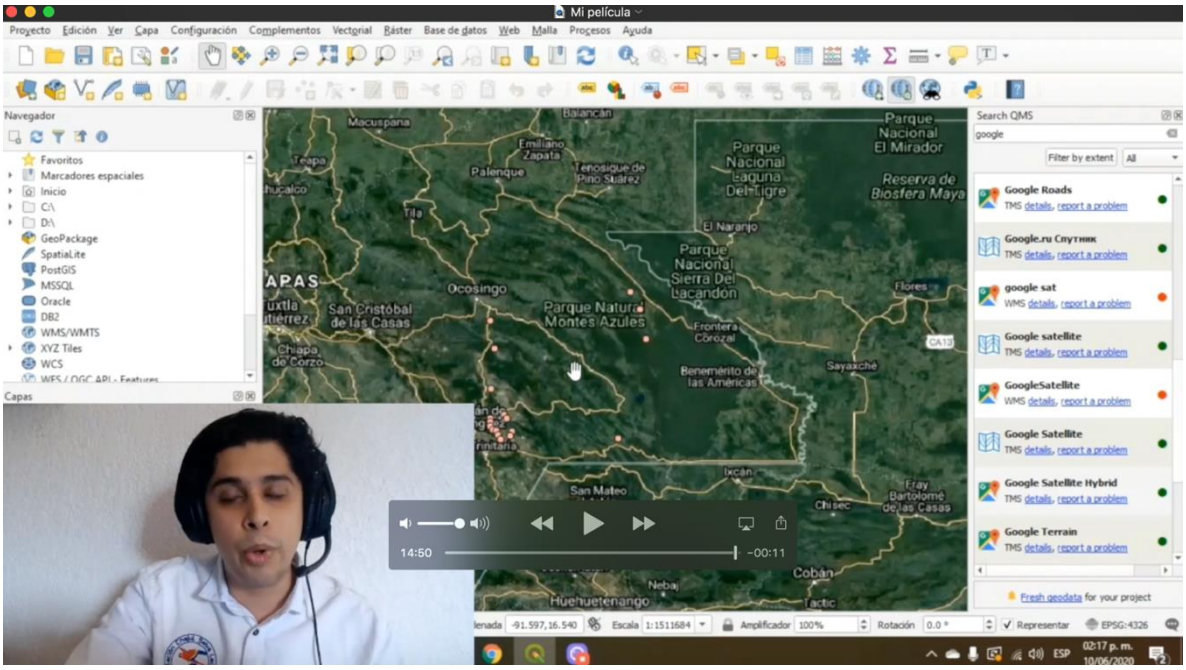


Figura 79. Captura de pantalla del video sobre el funcionamiento de los sistemas de posicionamiento global (GPS).

El segundo video presenta una explicación sobre el funcionamiento de un GPS. Este equipo de campo resulta de gran utilidad para los brigadistas, ya que es importante que puedan obtener las georreferencias de los sitios en los que detectan los ilícitos que encuentren. En el video se presentan las diferentes partes del aparato y como utilizarlos. Asimismo, se explican las diferentes funciones y aplicaciones que tienen los GPS.



Figura 80. Captura de pantalla del video sobre el uso del GPS.

En el tercer video se presenta una explicación sobre el uso del Sistema de Alerta Temprana de Incendios que pone disponible la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), el cual detecta puntos de calor mediante técnicas de percepción remota con el fin de monitorear los incendios forestales y contribuir a su prevención y combate. En primer lugar, el video presenta a los usuarios este sistema. Asimismo, contiene una explicación de sus componentes y productos: alerta temprana (el Modelo de humedad de combustible e Índice de anomalías de la vegetación); los puntos de calor (MODIS-VIIRS y GOES-16); y áreas quemadas. Finalmente, muestra cómo navegar en el portal del sistema, activando y desactivando la visualización de las distintas capas de información, así como las distintas formas de realizar consultas y descargas.



Figura 81. Captura de pantalla del video de capacitación de uso del Sistema de Alerta Temprana de Incendios que pone disponible la Conabio.

Finalmente, el cuarto video tiene por objetivo proporcionar material de apoyo para el aprendizaje de herramientas útiles en el levantamiento de datos durante los recorridos de campo mediante dispositivos móviles, específicamente la herramienta Forest Watcher. El video explica de forma general el proyecto Global Forest Watch y explora la interfaz de la boleta creada para el trabajo de los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab en la Reserva de la Biosfera Montes Azules y en el Monumento Natural Bonampak, mostrando todas las opciones para la configuración de la aplicación previo a un recorrido de campo. Se muestra también la forma en la que se puede realizar la grabación de una ruta y la elaboración de reportes para informar los hallazgos que realizan durante sus recorridos de vigilancia, se explica cómo gestionar las rutas y reportes realizados en sus recorridos para el almacenamiento en sus dispositivos.

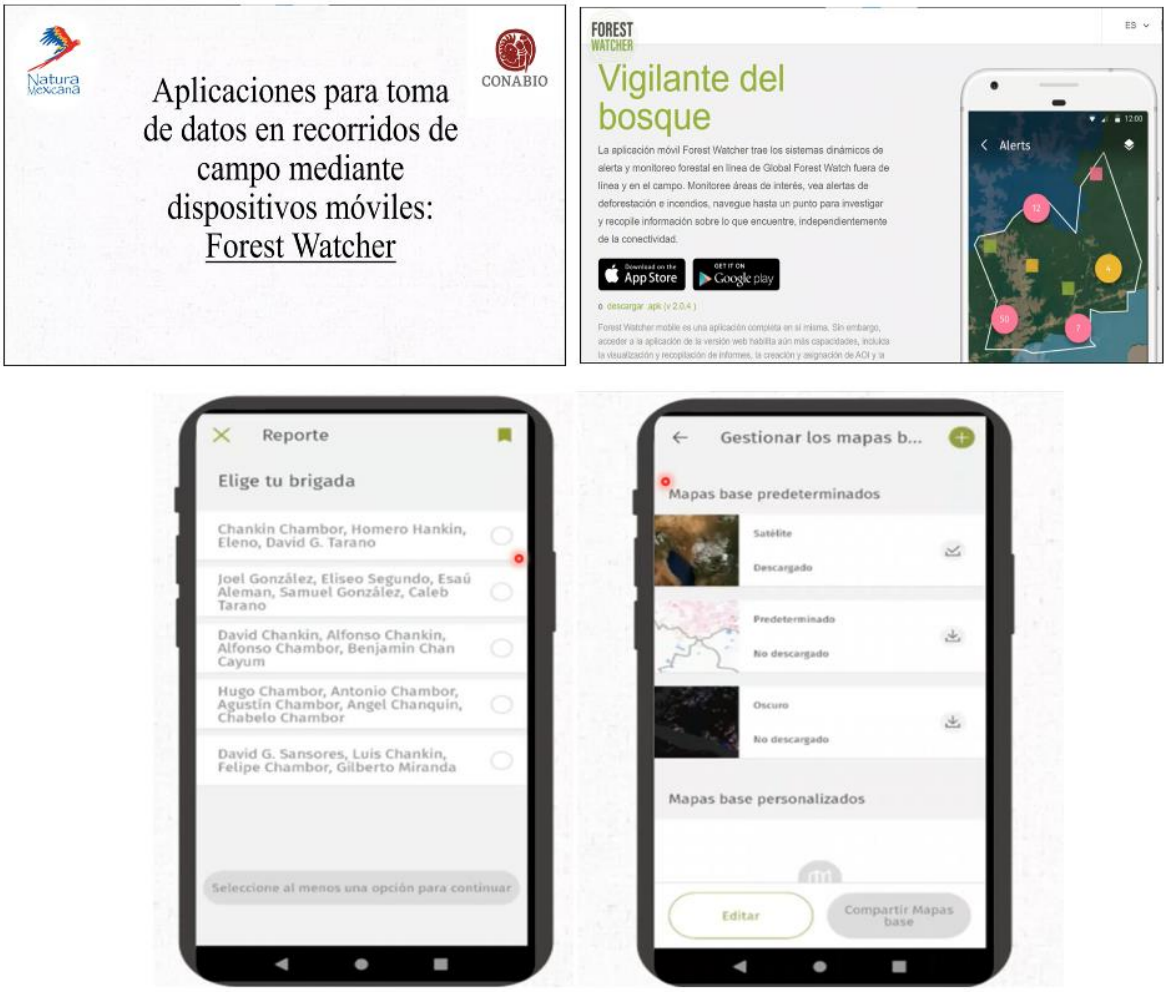


Figura 82. Captura de pantalla del video de capacitación en Forest Watcher, como aplicación para la toma de datos en campo durante los recorridos de vigilancia.

Por el peso de los videos, se entregan en un disco duro (Material audiovisual_Obj2_Accion 2.3).

III. Brindar a los brigadistas y a las autoridades locales información sobre el marco legal ambiental mexicano

La incidencia de ilícitos en las ANP de la Selva Lacandona es un problema urgente de atender. Las herramientas con las cuales los pobladores lacandones pueden actuar para hacer frente a este problema son limitados por diversos factores, siendo uno la falta de conocimiento sobre los hechos que representan una violación a la ley y la poca claridad en los procedimientos a seguir ante los mismos. Es por ello que resulta indispensable brindar a los brigadistas y autoridades locales información sobre el marco legal ambiental mexicano y

capacitarlos sobre los procedimientos legales para la elaboración de denuncias según el tipo de ilícito ambiental registrado.

El día 23 de marzo de 2022 se realizó un curso del marco jurídico ambiental mexicano y de los procedimientos legales para elaborar denuncias de ilícitos para los brigadistas y autoridades de Lacanjá Chansayab. Se comenzó por explicar que la política ambiental mexicana tiene como fundamento a la Constitución Política y que las estipulaciones más importantes relacionadas con la protección al ambiente son: el Artículo 4 que reconoce el derecho que tiene las personas a la protección de la salud y a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar y sienta las bases para el desarrollo de un sistema federal de responsabilidad ambiental que tiene por objeto promover la reparación de los daños causados al ambiente; el Artículo 25 que promueve el desarrollo sustentable de la economía y la protección del ambiente; el Artículo 27 que define que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización. La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación; y el Artículo 73 Constitucional que incluye, dentro de las materias de competencia del Congreso de la Unión, la expedición de leyes generales que determinen la concurrencia de los gobiernos federal, estatal y municipal en materia de protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico.





Figura 83. Explicación del sistema jurídico ambiental mexicano.

Posteriormente se explicó que los tratados internacionales celebrados por el Ejecutivo federal, aprobados por el Senado de la República, ocupan el rango inmediatamente inferior a la Constitución en la jerarquía de las normas en el orden jurídico mexicano. Se mencionó que El Estado Mexicano ha firmado 72 tratados internacionales, vinculados en materia de medio ambiente, entre los que destacan la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, el Protocolo de Kioto a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Acuerdo de París.



Figura 84. Presentación de los tratados internacionales en materia de medio ambiente.

Más adelante se explicó que la legislación ambiental de México tiene como eje rector la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y que se integran al sistema jurídico leyes sectoriales como son la Ley General de Cambio Climático, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley Federal

de Responsabilidad Ambiental. Asimismo, se comentó que de este compendio de leyes y reglamentos se derivan las diferentes normas (NOM, NMX) aplicables a cada rubro ambiental; agua, suelo, aire, desarrollo rural, residuos, entre otros. De ahí surgen los acuerdos, decretos y así sucesivamente siguiendo la cadena terminando en los bandos municipales.



Figura 85. Presentación de las leyes reglamentarias en materia ambiental.

Una vez terminada la presentación del sistema jurídico ambiental, se abrió un espacio para preguntas y comentarios. Los brigadistas expresaron que nunca habían recibido este tipo de información y que ahora les queda claro como funciona el sistema legal en México. Hicieron preguntas específicas de cada ley que resulta relevante para su territorio dentro de las ANP y relacionadas a los ilícitos que observan en sus actividades de vigilancia. Para abordar con mayor profundidad estos aspectos, se entregaron varios juegos impresos de la LGEEPA, la Ley General de Cambio Climático, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

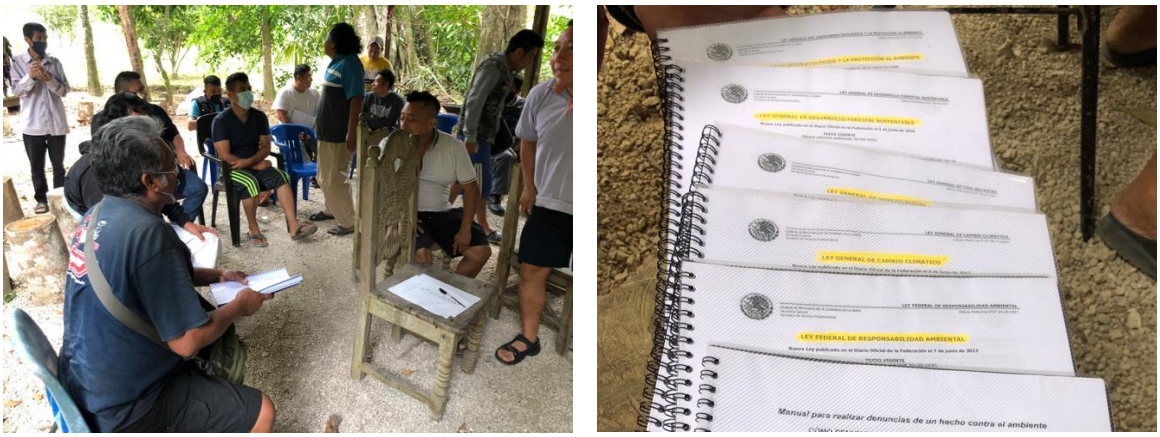


Figura 86. Entrega de las leyes impresas.

Una vez que los brigadistas tenían en sus manos ejemplares de las leyes, se fue explorando una por una como están estructuradas, los conceptos básicos y se subrayaron los artículos

relevantes vinculados a la protección de las ANP, de la vida silvestre, de los recursos forestales, etc. Se acordó que el coordinador de la brigada resguardará los ejemplares de las leyes para que cuando sea necesario puedan consultarlas.



Figura 87. Ejercicio de revisión de la estructura y artículos de las leyes.

IV. Capacitar a brigadistas y a autoridades locales sobre los procedimientos legales para la elaboración de denuncias según el tipo de ilícito ambiental registrado

Debido a que la información que se ha generado por los brigadistas es muy importante para detectar la presión incremental que está teniendo la etnia lacandona en sus territorios por parte de las comunidades vecinas y que la información trasferida a las autoridades federales y estatales no surte efecto, se decidió implementar una estrategia para que sean los lacandones quienes puedan recurrir a la denuncia directamente de manera formal y conforme a las normas establecidas en la legislación.

Los brigadistas comunitarios no saben cómo actuar ante la presencia de delitos ambientales. El marco jurídico nacional ha ampliado la posibilidad de los individuos para denunciar delitos

ambientales por medio de la figura de acciones colectivas o para representar a comunidades afectadas. Con esto, se otorgan mayores derechos a las personas para demandar a particulares (y en ciertos casos a las autoridades) por las acciones u omisiones en que incurran en materia ambiental y se amplía o extiende a las personas comunes la protección del medio ambiente.

Como parte del seguimiento al trabajo de inspección y vigilancia que realizan los brigadistas comunitarios de la comunidad Lacanjá Chansayab, durante este periodo se elaboró un manual de como realizar una denuncia de un hecho contra el ambiente (Anexo2.3a_2022-6).

Como parte del curso del marco jurídico ambiental mexicano narrado en el apartado anterior, se presentó y discutió el manual de como realizar una denuncia de un hecho contra el ambiente. Se comenzó explicando las dependencias que existen en nuestro país para atender los delitos contra el ambiente. Los brigadistas han mencionado constantemente que fuera de la comunicación directa que tienen con personal de la Conanp cuando visitan la zona, o por medio del contacto de Natura y Ecosistemas Mexicanos, no conocen la forma de denunciar los ilícitos que encuentran en sus recorridos.

Se explicó que el marco jurídico nacional ha ampliado la posibilidad de los individuos para denunciar delitos ambientales por medio de la figura de acciones colectivas o para representar a comunidades afectadas. Con esto, se otorgan mayores derechos a las personas para demandar a particulares (y en ciertos casos a las autoridades) por las acciones u omisiones en que incurran en materia ambiental y se amplía o extiende a las personas comunes la protección del medio ambiente. Los daños y actos ilícitos que atentan contra el ambiente deben ser denunciados ante las autoridades administrativas. Se comentó que en el ámbito federal la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) se encuentra facultada para recibir las denuncias populares o ciudadanas. Presentada dicha denuncia se iniciarán los procedimientos de inspección y vigilancia para verificar los hechos que se hayan dado a conocer, y si se detecta la probable comisión de un delito contra el ambiente, la Profepa deberá presentar a su vez una denuncia ante el Ministerio Público para el inicio del procedimiento de responsabilidad penal respectivo. Posteriormente se presentó el manual elaborado, se explicó cada paso a seguir, los diferentes medios por los cuáles se puede levantar la denuncia y se aclararon dudas.

f) Discusión

Los recorridos por tierra y lancha por parte del personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos permitieron constatar que no es frecuente la incursión de personas que realicen ilícitos en la zona sur la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), área de influencia de las estaciones campo desde donde opera la organización. Es también en esta zona en la que se han colocado señalizaciones de los límites de las ANP que advierten cuales son las actividades no permitidas que pueden disuadir y disminuir las acciones ilícitas de cacería, pesca y tala que se realizan en las Reservas.

No es el mismo caso para la zona que patrullan los 22 brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab, quienes abarcan con recorridos de vigilancia y monitoreo de fauna, una superficie de aproximadamente 20,000 hectáreas al este de la RBMA, en el Monumento Natural Bonampak, en la reserva comunitaria Sierra Cojolita y por otras áreas colindantes a su comunidad; de los 605 recorridos que realizaron durante el periodo que abarcó el presente proyecto, en 170 (casi en una tercera parte) encontraron evidencias de actividad humana, en su mayoría vinculadas a ilícitos. Muchas de las observaciones están relacionadas a actividad humana dentro de su territorio (fogatas, huellas de personas y caballos, basura, voces), mientras que otras son claramente evidencias de ilícitos (estructuras para cazar, restos de corta de palma xate, personas armadas, restos de animales cazados, etc.).

Los brigadistas permanentemente expresan mucha molestia e inconformidad de que no se aplica la ley. Ellos están realizando sus actividades de vigilancia en tiempo y forma y, desde abril del presente año, usan la herramienta Spatial Monitoring and Reporting Tool (SMART), que es la herramienta que utiliza la propia Conanp para el registro de ilícitos en las ANP. Lograr que los brigadistas utilicen esta plataforma es un gran avance, ya que son reportes mucho más completos a los que elaboraban anteriormente. Dichos reportes fueron enviados a la directora de la RBMA y se espera que, ya teniendo la información con ese detalle, las autoridades puedan tomar cartas en el asunto.

Asimismo, por medio de los sobrevuelos realizados sobre la RBMA, se pudo constatar que la presencia de asentamientos irregulares en dicha ANP continúa y varios de ellos siguen creciendo en superficie. La expansión de la superficie agropecuaria de estos asentamientos también se confirmó por medio de los análisis de puntos de calor y de deforestación que fueron realizados anualmente.

En cuanto a la presencia de puntos de calor en las ANP durante 2020, 2021 y 2022, se detectó un total de 1,234, siendo el 2020 el año con el mayor número (510). La mayor concentración de puntos de calor detectados en los tres años estuvo presente en la RBMA (1,155). El análisis muestra que la situación en dicha ANP es preocupante por la gran cantidad y continua presencia de puntos de calor asociados a actividades agropecuarias, mismas que son potenciales detonadores de incendios.

La ubicación y distribución espacial de los puntos de calor a lo largo de estos tres años permite identificar cuatro zonas de preocupación en la RBMA: 1) sureste de Laguna Miramar, que corresponde a los asentamientos irregulares Nuevo Limar, Nuevo Lindavista y Benito Juárez; 2) norte de Laguna Miramar, que corresponde a las tierras entregadas al ejido de Amador Hernández, que hacen un corredor con el ejido de Candelaria y los asentamientos irregulares Salvador Allende, Nuevo Corozal y Nuevo San Gregorio; 3) límite entre el territorio de Nueva Palestina y Lacanjá Chansayab en la RBMA, que corresponde a terrenos de los lacandones que han sido invadidos por los comuneros de Nueva Palestina para la extensión de sus actividades agropecuarias; y 4) zona norte de la RBMA, en la que una parte corresponde a trabajaderos del ejido de San Caralampio que invadieron la Reserva y

habían sido desocupados, así como trabajaderos de las localidades Plan de Ayutla, San Antonio Escobar y El Chamizal. Existen también puntos de calor en las cercanías de los asentamientos irregulares, como en el caso de Ocotal, Noreste Ocotal y la reinvasión "El Suspiro".

En el caso de la Reserva de la Biosfera Lacantún (RBL), llamó la atención la alta frecuencia de puntos de calor situados en la zona afectada por un incendio suscitado en 2019, indicando que los sitios quemados podrían estar siendo ahora utilizados para el establecimiento de actividades agropecuarias dentro de la ANP.

Aunque no se registró ningún incendio forestal en las ANP en el periodo analizado, resulta muy preocupante que se estén registrando tantos puntos de calor (quemas agropecuarias) dentro de los polígonos que deberían estar bajo conservación. Este mismo punto se reafirma con los resultados del análisis de pérdida de cobertura forestal. Tanto en la RBMA como en la RBL y el Área de Protección de Flora y Fauna Chankin (APFFCh), las presiones de deforestación se mantienen y se han intensificado en los últimos años. La deforestación registrada en 2016 y 2019 fue la más elevada de los últimos 21 años en las tres ANP.

En el caso de la RBMA, la pérdida de cobertura acumulada entre 2000 y 2021 fue de 26,264 hectáreas, que corresponde al 8.37% de la cobertura forestal que existía en el año 2000. Del año 2019 a 2021 se perdieron 5,014.97 hectáreas, con una tasa anual de -0.58% para este periodo, que es la segunda más alta de todos los periodos analizados (después del periodo 2016-2018, con una tasa de -0.68%). En esta ANP la pérdida de cobertura se concentra en tres zonas donde se ubican asentamientos humanos (tanto regulares como irregulares): sureste de la Laguna Miramar, zona norte de la Laguna Miramar y zona norte de la RBMA (correspondiente a la comunidad Nueva Palestina).

La pérdida acumulada hasta 2021 en la RBL fue de 6,685.26 hectáreas, lo que representa el 18.91% de la cobertura que existía en el año 2000. Resalta la pérdida de cobertura ocurrida en 2019 derivada de un incendio causado por quemas agropecuarias que se salieron de control. En este incendio se perdieron 3,998.61 hectáreas de selva y derivó en la tasa anual más alta de todas las ANP en el periodo analizado (tasa anual -7.13%).

Para el APFFCh la pérdida acumulada hasta 2021 fue de 485.88 hectáreas que corresponde al 4.02% de la cobertura que existía en el año 2000. A pesar de la poca pérdida ocurrida dentro de esta ANP, la deforestación ha sido constante a sus alrededores, principalmente en la zona contigua a la comunidad Frontera Corozal y en la zona que está entre el polígono del APFFCh con la RBL. Esto ha provocado la pérdida de conectividad del APFFCh con las otras ANP.

Para que los brigadistas comunitarios y autoridades de Lacanjá Chansayab sepan actuar cuando detectan en su territorio un ilícito ambiental o un conato de incendio, se diseñaron protocolos en el que se establecen elementos para la prevención de los mismos y los pasos a seguir ante su detección. Asimismo, se desarrolló una propuesta de institucionalización de

procedimientos para la comunicación y atención de ilícitos ambientales y conatos de incendios. Tanto los protocolos como el procedimiento de comunicación y atención de ilícitos y conatos de incendios fueron encontrados muy útiles por los brigadistas y autoridades de Lacanjá Chansayab. Se realizó una primera evaluación del proceso de comunicación y el resultado fue que la información está siendo trasmitida de manera eficaz, tanto por los brigadistas, como por las autoridades de la comunidad y Natura y Ecosistemas Mexicanos. Desafortunadamente, preocupa que, aunque estos actores cumplan con las labores que les corresponden, las autoridades ambientales no tengan la capacidad para atender los ilícitos.

Para intercambiar y transmitir la información recabada en cuanto a las amenazas de las ANP, se llevaron a cabo reuniones mensuales con las autoridades lacandonas. La comunicación con dichas autoridades fluyó de muy buena manera y permitió desarrollar estrategias para atender la situación sociopolítica de la Comunidad Zona Lacandona que está afectando el territorio lacandón, dentro de las ANP. Asimismo, fue posible realizar reuniones trimestrales informativas con las autoridades federales y estatales para transmitir la información recabada y facilitar reuniones eventuales entre las autoridades federales y estatales con las autoridades de la comunidad Lacanjá Chansayab. Desafortunadamente, las autoridades de Lacanjá Chansayab expresan que las necesidades y demandas del pueblo lacandón no están siendo escuchadas ni atendidas por el gobierno.

Por otro lado, los seis cursos de capacitación para los brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab facilitados para mejorar las capacidades y habilidades en las acciones de vigilancia y monitoreo que realizan, fueron muy exitosos. La brigada comunitaria se encuentra consolidada y sus integrantes han demostrado saber poner en práctica los conocimientos adquiridos en los cursos. Los brigadistas han expresado su satisfacción con el fortalecimiento de capacidades para realizar sus labores, que están realizando en tiempo y forma. Además, con el material audiovisual disponible fuera de línea que se les proporcionó, pueden repasar muchos de estos conocimientos y contar con información acerca del procesamiento de datos y su interpretación. Asimismo, tanto los brigadistas como las autoridades de Lacanjá Chansayab, cuentan con información sobre el marco legal ambiental mexicano y sobre los procedimientos legales para la elaboración de denuncias por ilícitos ambientales. Dichos conocimientos resultan muy relevantes para la defensa de su territorio en las ANP.

g) Conclusión

El desarrollo del presente proyecto cumplió el objetivo de coadyuvar con las autoridades estatales y federales en la conservación de las ANP de la Selva Lacandona y de fortalecer las capacidades de la comunidad Lacanjá Chansayab en acciones de vigilancia comunitaria para la detección de ilícitos ambientales e incendios forestales.

Por medio de recorridos permanentes y sobrevuelos en las ANP, la sistematización mensual de las observaciones que recabó un grupo de brigadistas comunitarios de Lacanjá Chansayab

en sus recorridos de vigilancia, y los análisis de puntos de calor y de pérdida de cobertura forestal, se cuenta con información robusta de las diversas amenazas que afectan la integridad de dichas ANP. La información generada permitió la detección oportuna de ilícitos e incendios y resulta indispensable para el desarrollo de estrategias de conservación; asimismo, deja en claro que estas áreas de relevancia estratégica para el país están en riesgo por el avance de la frontera agropecuaria, por los asentamientos irregulares, por su vulnerabilidad a incendios y por los constantes ilícitos que afectan a su biodiversidad.

Por otro lado, fue posible transferir la información recabada a las autoridades ambientales, así como facilitar el dialogo de las mismas con las autoridades de Lacanjá Chansayab mediante reuniones periódicas. Además, con el diseño de protocolos de alerta temprana y de mecanismos para la trasmisión de información, ahora la comunidad lacandona cuenta con herramientas para hacer frente a los problemas que afectan su territorio. Desafortunadamente, no resultan suficientes las medidas que pueden tomar sin que las autoridades de gobierno tomen cartas en el asunto y apliquen la ley.

Finalmente, fue posible fortalecer las capacidades de los brigadistas y autoridades lacandonas para contribuir a la vigilancia y conservación de su territorio en las ANP.

h) Bibliografía

- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2012. *Incendios forestales resultados 2011 y programa 2012.* Gerencia de protección contra incendios forestales. Reunión del Grupo Intersecretarial del Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales. Guadalajara, México.
- Cruz, M. 2013. *Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales en México.* CONABIO. CDMX.
- De Jong, B.H.J., Ochoa-Gaona, S., Castillo-Santiago, M.A., Ramírez-Marcial, N., Cairns, M.A. 2000. *Carbon Flux and Patterns of Land-Use/Land-Cover Change in the Selva Lacandona, Mexico.* Ambio, 29: 504-511.
- Global Forest Watch (GFW). 2019. *Analysis of tree cover loss.* Disponible en: https://www.globalforestwatch.org/map/
- Hansen, M. C., Potapov, P. V, Moore, R., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., … Townshend, J. R. G. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342 (6160), 850–853. Disponible en: https://doi.org/http://doi.org/10.1126/science.1244693
- Puyravaud, J. P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*: 117: 593-596.



Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas

CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Informe final

SNIB-CONABIO, Proyecto No. QQ004

Natura y Ecosistemas Mexicanos

2025

Natura Mexicana

Natura y Ecosistemas Mexicanos. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la reserva de la biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. ***Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. QQ004****. Ciudad de México.*

Natura y Ecosistemas Mexicanos

Julia Carabias Lillo

Responsable técnica del proyecto

Rosaura Cadena González

Coordinadora del proyecto

Contenido

Informe final

OBJETIVO 1. Evaluar el estado de conservación de los ecosistemas naturales, acuáticos y terrestres, mediante el monitoreo de la calidad del agua y de especies de fauna indicadoras, tanto en las Áreas Naturales Protegidas como en las zonas de influencia

Responsables:
Paulina Arroyo Gerala, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Carlos Ramírez Martínez, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León

Colaboradores:
Fernando Álvarez, Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Juan Manuel Caspeta, Laboratorio de Parasitología de Animales Silvestres, Facultad de Ciencias Biológicas y Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Norman Mercado Silva, Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Edna Naranjo García, Colección Nacional de Moluscos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
José Luis Villalobos, Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

OBJETIVO 2. Coadyuvar con las autoridades estatales y federales en la conservación de las Áreas Naturales Protegidas de la Selva Lacandona y fortalecer las capacidades de la comunidad Lacanjá Chansayab en acciones de vigilancia comunitaria para la detección de ilícitos ambientales e incendios forestales

Responsables:
Elisa Castro Tovar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Allan Joav López Moreno, Natura y Ecosistemas Mexicanos

OBJETIVO 3. Conservar y manejar de manera sustentable fragmentos estratégicos de selva de los ejidos de Marqués de Comillas y restaurar terrenos que conecten dichos fragmentos para mantener y fomentar la conectividad del paisaje

Responsables:
Elisa Castro Tovar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Roberto Ortiz Martínez y Flores, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Fiorella Ortiz Rosas, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Leonora Torres Knoop, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Violeta Valadez Rocha, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Carlos Alejandro Velázquez Morales, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Colaborador:
Santiago Izquierdo Tort, Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México

OBJETIVO 4. Fortalecer las capacidades de la población local para la conservación de los ecosistemas naturales, el manejo sustentable y la restauración ambiental, así como sensibilizar a la población sobre la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos

Responsables:
Alejandra López Valenzuela, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Roberto Ortiz Martínez y Flores, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Fiorella Ortiz Rosas, Natura y Ecosistemas Mexicanos
José Sobrino Mar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Violeta Valadez Rocha, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Colaboradores:
Ángel Esteban Campos Tovar, estudiante de biología, servicio social, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
Saraí Rodríguez Hernández, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro
Víctor Daniel Rodríguez Rosas, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro
Valeria Lilian Rodríguez Zavala, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro

Bases de datos

Mamíferos
Arroyo Gerala, P. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Bases de datos_Mamíferos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Helmintos
Caspeta, J.M. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. **Bases de datos_Helmintos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Peces
Mercado, N. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. **Bases de datos_Peces SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Crustáceos
Villalobos, J.L. y F. Álvarez. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Colección Nacional de

Crustáceos. Instituto de Biología. UNAM. **Bases de datos_Crustáceos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Hojas de cálculo

Calidad del Agua in situ
Gómez, H., L. Hernández y C. Ramírez-Martínez. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Calidad del Agua *in situ* SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Contaminantes identificados.
Gómez, H. y L. Hernández. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Contaminantes identificados SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Fisicoquímicos obtenidos en laboratorio
Gómez, H. y L. Hernández. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C**. Hoja de Cálculo_ Fisicoquímicos obtenidos en laboratorio SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Aspectos biológicos de peces loricáridos
Ramírez-Martínez, C. y C.Y. García. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Aspectos biológicos de peces loricáridos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Materiales didácticos y de difusión

Responsables:

Alejandra López Valenzuela, Natura y Ecosistemas Mexicanos
José Sobrino Mar, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Objetivo 3.

Conservar y manejar de manera sustentable fragmentos estratégicos de selva de los ejidos de Marqués de Comillas y restaurar terrenos que conecten dichos fragmentos para mantener y fomentar la conectividad del paisaje

Responsables:
Elisa Castro Tovar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Roberto Ortiz Martínez y Flores, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Fiorella Ortiz Rosas, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Leonora Torres Knoop, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Violeta Valadez Rocha, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Carlos Alejandro Velázquez Morales, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Colaborador:
Santiago Izquierdo Tort, Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México

a) Introducción

La fragmentación de paisaje, junto con la consecuente pérdida de cobertura forestal, representa una de las principales causas de la crisis de la pérdida de biodiversidad en la actualidad. Asimismo, la acelerada pérdida de ecosistemas naturales contribuye a la emergencia de cambio climático, tanto por la vía de la liberación de carbono almacenado, como por la eliminación de extensiones naturales que son capaces de almacenar el excedente de dióxido de carbono de la atmósfera.

Aunado a lo anterior, se ha documentado ampliamente que la fragmentación del paisaje y la pérdida de hábitat tiene efectos negativos en las dinámicas ecológicas y en la estabilidad de las poblaciones de los seres vivos (Haddad *et al.* 2015). Entre algunos de los efectos se encuentra el aislamiento de poblaciones de flora y fauna en pequeñas extensiones de hábitat, que en un mediano plazo pueden llevar a extinciones locales de especies y a la pérdida de eventos de inmigración (Haddad *et al.* 2015). Además, la pérdida de área en un fragmento de hábitat aumenta la exposición de los bordes de los fragmentos a usos de suelo antropogénicos e inician cambios de mediano plazo en la estructura y función del ecosistema en los fragmentos remanentes (Haddad *et al.* 2015)

Los paisajes fragmentados, compuestos por una matriz donde los elementos antropogénicos dominan las dinámicas ecológicas, son cada vez más comunes en todo el mundo. Por el contrario, los espacios reservados para la protección y mantenimiento de las dinámicas ecológicas y evolutivas cada vez son menos y se reducen a las áreas protegidas de cada país. México no es la excepción y, para el caso particular de las selvas altas perennifolias, la Selva Lacandona representa uno de los últimos remanentes conservados y protegidos del país.

La Selva Lacandona se encuentra ubicada en el sureste de México, en el estado de Chiapas, y se encuentra protegida por siete Áreas Naturales Protegidas de distinta naturaleza, siendo la

Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) la principal, pues protege 320,000 ha de selva alta perennifolia.

Dentro de la región, que originalmente se encontraba completamente cubierta por selva, existen dos municipios que se encuentran en la zona de influencia, al sureste de la RBMA: Marqués de Comillas y Benemérito de las Américas. Dichos municipios se formaron a partir de la llegada de habitantes de diferentes zonas del país en la década de los setenta, como consecuencia de un llamado del gobierno federal para ocupar las tierras, conocidas como "tierras ociosas" (Castro *et al.* 2015). El crecimiento poblacional ocurrido a partir de los primeros asentamientos humanos de esta región se ha caracterizado por ser muy acelerado y con poca planeación. Como resultado, el paisaje que caracteriza hoy el municipio de Marqués de Comillas es uno muy dinámico, en donde se registra una de las mayores tasas de cambio de uso de suelo del país como consecuencia de los diversos y contradictorios incentivos gubernamentales que se han aplicado en la región. Lo anterior ha marcado una dinámica en donde los pobladores de la zona, en lugar de contar con un plan territorial de desarrollo congruente y adaptado a las características socioambientales de la región, deben tomar los incentivos y programas de los gobiernos para subsistir, sin importar que éstos frecuentemente sean opuestos entre sí, y puedan derivar en la degradación de los recursos naturales de los cuales dependen para su bienestar en un mediano y largo plazo.

En ese sentido, la generación de una propuesta de planeación territorial que incorpore una perspectiva ambiental que permita la planificación espacial de la conservación y protección de la alta biodiversidad de la zona, así como de los recursos naturales y de los servicios ambientales que proveen, al tiempo que fomente un desarrollo de las comunidades locales, representa una acción de alta prioridad para Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Como parte de esta iniciativa, y buscando generar información relevante para el impulso de un territorio que se desarrolle de manera sustentable, la propuesta territorial trabajada por Natura y Ecosistemas Mexicanos busca fomentar una conectividad ecológica en el territorio de Marqués de Comillas. De esta forma se trabaja no solo para evitar que los remanentes de selva que aún se conservan en el municipio queden aislados, sino que además se realicen acciones de conservación y protección dirigidas a sitios clave, incluyendo el desarrollo de proyectos productivos sustentables que generen empleos locales. Con ello, se logrará asegurar la generación y protección de corredores biológicos que permitan la dispersión de los seres vivos, así como el transporte de nutrientes y elementos bióticos y abióticos, entre los remanentes de selva y con la RBMA, generando así un paisaje resiliente y adaptado a los cambios y dinámicas de desarrollo en el tiempo.

De manera específica, la conectividad ecológica es el grado en el que el paisaje impide o facilita el movimiento de recursos entre fragmentos (Taylor *et al.* 1993). Dicha conectividad se puede analizar a través de la estructura, representada por la posición, el tamaño y la arquitectura de los elementos (como los fragmentos de hábitat y los corredores), y se habla de una conectividad estructural. Pero también se puede analizar a través de la funcionalidad, cuando se considera la forma en que los organismos perciben la estructura del paisaje (Tischendorf y Fahrig 2000). De manera general, la conectividad del paisaje aumenta cuando un cambio en la estructura del paisaje promueve el flujo de los organismos y materia a través de dicho paisaje (Taylor 2006), asegurando así, el intercambio de individuos entre poblaciones y manteniendo una alta diversidad genética, lo cual a su vez aumenta la resiliencia de un ecosistema.

Desde el punto de vista de la conectividad funcional, un paisaje está conectado si existe una dispersión exitosa de los individuos entre fragmentos de hábitat, pues este factor representa uno de los caracteres de historia de vida más importantes para la reproducción y la supervivencia de las especies (Baguette *et al.* 2013). Además, la dispersión de los organismos es uno de los procesos que moldean las dinámicas poblacionales y metapoblacionales de una región, influyen en el ensamblaje de la comunidad biótica y en la dinámica global de las especies dentro de su intervalo de distribución (Vasudev *et al.* 2015).

Entender cómo se dispersan las especies, así como los requerimientos e impedimentos de dicha dispersión, nos permite contar con herramientas para modelar el proceso y diseñar estrategias de conservación y planeación territorial (Vasudev *et al.* 2015), lo que permite a su vez generar propuestas para la construcción y permanencia de corredores biológicos que funcionen como una estrategia adicional para combatir la degradación ambiental de zonas de alta perturbación antropogénica.

b) Antecedentes

Durante más de una década Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C. ha realizado actividades para la recuperación y conservación de la cobertura forestal en Marqués de Comillas tales como restauración ecológica, asistencia técnica para la implementación del programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) y co-creación de empresas sociales ecoturísticas, entre otras. La implementación de dichas actividades siempre se ha realizado bajo un enfoque que procure el aumento y mantenimiento de la conectividad ecológica de la selva del municipio. En particular, las últimas dos actividades mencionadas han contribuido a la conservación de los grandes remanentes de selva que permanecen en la región – fuera de la Reserva de la Biosfera de Montes Azules – y que resultan cruciales para el mantenimiento de poblaciones silvestres de flora y fauna, así como de la conectividad ecológica del paisaje. Aunado a estas acciones, durante más de una década se han impulsado importantes esfuerzos de restauración ecológica a través de la asistencia técnica, la investigación para la identificación de las especies adecuadas para la restauración de cada sitio, así como la producción constante de plantas. Las restauraciones ecológicas se han enfocado principalmente en la restauración de riberas de arroyos debido al importante papel que tienen éstos como conectores naturales de los ecosistemas, así como a la importancia de recuperar y estabilizar las riberas para mantener una red hídrica saludable.

De esta forma, en conjunto, las acciones que se han realizado a través de los años han buscado no sólo la conservación de los remanentes de selva de la región, sino también el aumento de cobertura forestal a través de la recuperación y restauración de la vegetación riparia. Una vez que las tasas de deforestación disminuyeron, que los remanentes de vegetación se estabilizaron como resultado del PSA y las empresas comunitarias, y que la restauración ecológica ha sido impulsada con varios ejidatarios de la zona, se buscó realizar un análisis del paisaje para obtener información útil para continuar los esfuerzos realizados y lograr diferentes objetivos, entre los cuales se encuentran: enfocar los esfuerzos de restauración ecológica a sitios clave y específicos para el aumento de la conectividad ecológica, identificar los fragmentos de mayor relevancia para el mantenimiento de la conectividad ecológica y generar información ecológica

y relevante sobre las características del paisaje que contribuya a la generación de una propuesta de planeación territorial para el municipio.

c) Resumen de logros

Durante este proyecto se realizó de manera exitosa un análisis de conectividad ecológica para la región de Marqués de Comillas. Usando cinco especies de mamíferos terrestres como especies focales para hacer el análisis, se lograron identificar corredores potenciales para cada una, así como corredores prioritarios de acuerdo con su contribución para el mantenimiento de los diferentes remanentes de hábitat. Además, tomando como base los resultados obtenidos, se seleccionaron dos ejidos como sitios piloto y se identificaron a los dueños de las parcelas que conforman los corredores potenciales identificados para enfocar los esfuerzos de restauración ecológica en un corto y mediano plazo.

Aunado a lo anterior, el análisis de conectividad realizado generó información ecológica importante para desarrollar una propuesta a nivel municipal sobre los diversos instrumentos de conservación que podrían ser aplicados en la región, de acuerdo con las características socio-ambientales de los ejidos, con la experiencia que se tiene con la aplicación de otros instrumentos, así como con la configuración y el nivel de relevancia de conservación de los elementos del paisaje, tales como los fragmentos de hábitat y los potenciales corredores.

Se fortalecieron cinco empresas sociales que brindan empleo e ingreso a sus dueños, mejorando sus condiciones de vida y que conservan 4,898 hectáreas de selva, de los remanentes de selva más importantes en Marqués de Comillas y que favorecen la conectividad del municipio con la Reserva de la Biosfera Montes Azules. Esas empresas son: la UMA La Casa del Morpho (ejido Playón de la Gloria), el hotel ecoturístico Canto de la Selva (ejido Galacia), el Campamento Tamandua (ejido Flor de Marqués), el Centro Ecoturístico Selvaje (ejido El Pirú) y el Restaurante Bellavista (ejido Adolfo López Mateos).

Las empresas sociales adquirieron experiencia y conocimiento para realizar los trámites ante oficinas de gobierno e instituciones bancarias, gracias al acompañamiento de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Las empresas Canto de la Selva, Campamento Tamandua, Casa del Morpho realizaron cambios de directiva que se registraron ante notario. Las empresas se mantienen al corriente en sus obligaciones fiscales. Se encontró una nueva y más eficiente vía para resolver problemas que se han presentado anteriormente como de duplicidad de CURP en socios. La Casa del Morpho actualizó el Plan de Manejo de la Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre ante la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).

En cuanto a difusión, las empresas mejoraron su posicionamiento de búsqueda, establecieron alianzas con nuevos clientes, operadores y plataformas turísticas y tuvieron presencia en las ferias de turismo de Aventura ATMEX de 2021 y 2022. Se diseñaron y lanzaron campañas publicitarias en redes sociales (en colaboración con la consultora Wytoc) para promocionar 8 nuevos paquetes que integran a las cinco empresas y son atractivos para diversos presupuestos e intereses. Se mejoró el diseño de las páginas del hotel Canto de la Selva y Campamento

Tamandua para hacerlas más atractivas y optimizar el proceso de compra. Con esto se alcanzó a más de 2.5 millones de personas, de las cuales 171,387 interactuaron con las páginas, recibiendo 83 mensajes vía WhatsApp, 107 mensajes vía Facebook e Instagram y un total de 14,187 clics entre sus cinco publicaciones.

Se obtuvo valiosa información del análisis de más de 792 encuestas de satisfacción de las empresas sociales hotel Canto de la Selva, Campamento Tamandua y Centro Ecoturístico Selvaje aplicadas *in situ*, complementada por la información de reseñas en Facebook y Tripadvisor. La información fue utilizada para dirigir las campañas al público objetivo. Con ello se incrementó también el número de seguidores de las empresas en las redes sociales.

Las empresas sociales realizaron constantemente actividades de mantenimiento en su equipo, mobiliario e infraestructura para operar adecuadamente, con estándares de sustentabilidad y así ofrecer experiencias de calidad a los visitantes. Además, las empresas se entrenaron, equiparon y prepararon para aplicar protocolos sanitarios, de forma que ofrecieron atención con medidas de prevención de transmisión de COVID-19. En el hotel de Canto de la Selva fue necesario realizar labores de limpieza de lodo y rehabilitación en las instalaciones en dos ocasiones, debido a las crecientes del río Lacantún; además, se establecieron nuevos puntos de llegada al hotel y un nuevo embarcadero debido al cambio en el cauce del río que dejó al hotel en una isla. En todas las empresas se mejoraron las instalaciones y mobiliario y se instaló señalética para orientación del turista y para cumplir con los requisitos de sus certificaciones. También, se realizaron las reparaciones y mejoras necesarias para mantener la red de radiocomunicación de las empresas en correcta operación.

Las empresas sociales Canto de la Selva, Campamento Tamandua y Selvaje mejoraron su operación, instalaciones y servicio al implementar los lineamientos de las certificaciones Moderniza Ecoturístico y Punto Limpio emitidas por la Secretaría de Turismo. Al mismo tiempo al cumplir con estándares de sustentabilidad se posicionan mejor en el mercado y brindan servicio de calidad. Igualmente, todas las empresas implementaron las medidas del programa Contacto Limpio Chiapas, certificación de calidad en seguridad sanitaria para la prevención de la COVID-19.

Las empresas avanzaron en el establecimiento de un mecanismo de organización entre las 5 empresas (red de turismo), para fortalecerse en temas de difusión y comercialización. Durante este proyecto, se elaboró un documento de planeación estratégica y se conformó un consejo de la red integrado por 2 representantes de cada empresa. La red Vive la Lacandona se mantiene activa para impulsar la promoción e incrementar el número de visitantes.

Se identificaron los componentes potenciales de las cadenas de valor basadas en el ecoturismo mediante revisión bibliográfica y análisis de experiencias exitosas y de viabilidad con los técnicos en campo y con los actores locales. A partir de ello, se realizó una propuesta de financiamiento e implementación de emprendimientos sociales o familiares tomando en cuenta el contexto de marginación y los factores a considerar al momento de implementar proyectos como parte de las cadenas de valor.

Asimismo, como parte del proyecto de restauración ecológica de sitios clave, se seleccionaron dos ejidos como sitios piloto para gestionar y comenzar las restauraciones de corredores

potenciales. Los ejidos seleccionados fueron El Pirú y Flor del Marqués. Durante los dos años en los que se realizaron actividades de restauración ecológica se colaboró con 10 propietarios de tierra, de los cuales siete pertenecen al ejido del Pirú y tres a Flor del Marqués.

En total, para este proyecto se restauraron un total de 6,138 metros lineales, con ancho de entre 6 y 10 metros, dando una superficie total de 38,656 m^2, de los cuales 32,206 m^2 se restauraron durante el primer año y 6,450 m^2 el segundo. La mayoría de los sitios consistieron en terrenos localizados en riberas de arroyos, sin embargo, algunos sitios se encuentran en sitios elevados también.

Para las restauraciones se implementó un modelo de restauración ecológica generado por Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C. (Meli y Carrasco-Carballido 2011), en el cual se utilizaron especies aptas para las condiciones de los terrenos, de funciones ecológicas importantes y de alto valor social. Para lograr lo anterior, durante los tres años del proyecto se mantuvo en funcionamiento un vivero rústico, a partir del cual se obtuvieron todas las plantas necesarias para las restauraciones. En total se produjeron alrededor de 14,000 plantas en el vivero, pertenecientes a 15 especies de árboles tropicales diferentes.

Aunado a lo anterior, como parte de un impulso y mejoramiento en la calidad de las restauraciones y del sitio de trabajo del vivero, durante 2021 y 2022 se realizaron diferentes remodelaciones y mejoras del mismo. Particularmente, durante el último año se construyó una bodega para incrementar la organización de los espacios de trabajo, así como aumentar la eficiencia en los procesos requeridos para la producción de las plantas, tales como preparación del sustrato, llenado de charolas, entre otros.

Además, como parte de un esfuerzo por aumentar el éxito de la producción de especies de interés en el vivero, durante un año se llevó a cabo el monitoreo fenológico de 239 individuos de 15 especies de árboles diferentes en cuatro sitios distintos, dos ubicados dentro de la RBMA (en la estación Chajul y en la estación Tzendales) y dos ubicados en Marqués de Comillas (ambos dentro del ejido de Playón). La información obtenida de dicho monitoreo nos permitió identificar las temporadas de fructificación de las especies monitoreadas y con ello la posibilidad de calendarizar y hacer más eficiente la colecta de semillas en el futuro.

Como resultado del proyecto de restauración ecológica se logró superar las metas de superficie restaurada, se establecieron nuevos acuerdos y dinámicas de colaboración y trabajo con los propietarios de las tierras que se interesaron en participar, con la posibilidad de continuar la colaboración y el seguimiento en un corto y mediano plazo, así como de aumentar paulatinamente la superficie para restaurar en el futuro. Además, se generaron y fortalecieron capacidades del equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos y de los pobladores, relacionadas tanto con el trabajo en campo como con las labores de gestión, organización, planeación, ejecución y seguimiento. Por último, se generó información y experiencia muy relevante para adaptar y adecuar los aprendizajes, replicar los aciertos y corregir los errores identificados en futuros proyectos de restauración ecológica participativa, de forma que con el tiempo las acciones sean más exitosas y replicables.

d) Obstáculos del proyecto

A pesar de que, en general, el proyecto de conectividad se llevó a cabo sin mayores problemas y se lograron cumplir todos los objetivos planteados inicialmente, existieron algunos obstáculos que dificultaron el desarrollo de algunas actividades. En su mayoría se encontraron dificultades metodológicas, pues fue la primera vez que el equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C. realiza un análisis de este tipo y, en algunos casos, fue complicado cumplir con las exigencias de información de campo y teóricas que se requerían. Además, el desarrollo del proyecto fue paralelo a la adquisición y desarrollo de habilidades y capacidades del personal, por lo que durante dicho proceso existieron muchos pequeños obstáculos y reaprendizajes que se tuvieron que ir abordando y solucionando conforme se avanzaba en el proyecto.

Las empresas sociales ecoturísticas tuvieron que detener las operaciones durante ocho meses debido a la contingencia de salud por COVID-19. Se cancelaron y suspendieron visitas de grupos y pausaron o atrasaron trámites y capacitaciones previstas, mismas que se retomaron en cuanto se levantaron las medidas sanitarias. Igualmente, el cierre extendido por la pandemia ha sido un reto con consecuencias a mediano plazo, pues no se ha logrado recuperar la clientela e ingresos como se había esperado, a pesar de la intensificación de las campañas publicitarias que tuvieron buena respuesta.

Debido al retraso que se generó por la contingencia sanitaria por COVID-19, en todas las dependencias de gobierno los trámites han tomado tiempos considerablemente más largos, lo que ha impactado la regularización de las empresas. Canto de la Selva, Centro Ecoturístico Selvaje y Campamento Tamandua recibieron en ocasiones separadas observaciones del Servicio de Administración Tributaria y las instituciones bancarias que han generado la necesidad de repetir trámites con la Notaría Pública y después con el Registro Público de la Propiedad. Estos retrasos en las actas repercuten en otros temas como la obtención del Registro Nacional de Turismo que es necesario para los distintivos Moderniza y Punto Limpio y para la obtención o actualización de cuentas de banco.

Asimismo, problemas encontrados anteriormente como la duplicidad de CURP de socios, causaron el reinicio de trámites para Campamento Tamandua y el retraso en la obtención de su Certificado de Sello Digital. Además, el banco canceló la cuenta bancaria del campamento y para abrirla nuevamente se requiere el acta actualizada.

Por otro lado, eventos violentos en la región han sido un obstáculo significativo al aumento de visitantes a las empresas. Debido a la noticia de un evento violento en una comunidad de Marqués de Comillas que fue publicada al mismo tiempo que se comenzó a difundir la carrera de ciclismo de montaña organizada con la Asociación Chiapaneca de Ciclismo, se tuvieron muy bajas inscripciones al evento y tuvo que cancelarse.

También, las fuertes crecientes del río que se dieron en el mes de noviembre de 2020 dejaron dañados los caminos y senderos del hotel Canto de la Selva. De igual forma, el exhibidor de mariposas, senderos y escaleras del taller artesanal de La Casa del Morpho sufrieron daños por las inundaciones. Las reparaciones requirieron de una importante inversión de recursos, sobre todo de parte del hotel.

Las restauraciones ecológicas requieren de mucho esfuerzo de planeación para que sean exitosas, ya que no sólo se requiere identificar, conocer y diseñar las restauraciones específicas para cada sitio, sino que se tiene que planear la producción de plantas desde meses antes (que implica la recolección y siembra de semillas en la temporada adecuada y el mantenimiento y cuidado de las plantas), la compra e instalación del material necesario para el establecimiento de cercos de exclusión, la preparación del terreno, la preparación de las plantas, el trasplante de las plántulas y el mantenimiento de las restauraciones. La planeación debe estar, además, adecuada a las temporadas de lluvias y a las condiciones ambientales de la región para poder sincronizar las actividades y lograr los mejores resultados. De manera general, el obstáculo principal que se presentó para realizar las restauraciones ecológicas fue el atraso de la primera temporada de restauración (durante el primer semestre del año 2021) debido a las restricciones por pandemia y al riesgo que representaba realizar reuniones con los ejidatarios, lo que significó un atraso en la gestión y planeación con la gente interesada.

Por otra parte, el establecimiento de restauraciones ecológicas en los predios de las personas no siempre resulta una propuesta atractiva para los pobladores ya que significa un proyecto o esfuerzo más al que se comprometen en trabajar y mantener (lo cual implica más trabajo ya sea en forma de inversión de tiempo o dinero) sin que haya una remuneración económica directa. Además, implica renunciar a una porción de tierra que generalmente está siendo usada para la producción de ganado, por lo que se puede percibir como una pérdida de superficie y alimento disponibles para el ganado o como una obstrucción para el paso del ganado a los cuerpos de agua. Esta percepción puede ser muy difícil de contrarrestar con los beneficios intangibles y no remunerados que brindan las restauraciones ecológicas, por lo que, en general, la posibilidad de participación de la gente en el proyecto recae en los valores y principios que tiene cada persona, en su experiencia relacionada con la erosión de suelos y la disminución de la calidad de agua de los cuerpos de agua de sus tierras o en la experiencia que han tenido en otros esfuerzos de restauración. Lo anterior hace que el interés por parte de los pobladores por participar en proyectos como este sea uno de los principales desafíos y obstáculos.

e) Desarrollo de actividades

Para alcanzar el objetivo de "Conservar y manejar de manera sustentable fragmentos estratégicos de selva de los ejidos de Marqués de Comillas y restaurar terrenos que conecten dichos fragmentos para mantener y fomentar la conectividad del paisaje" se llevaron a cabo cinco grandes acciones con sus respectivas actividades. Las acciones del presente objetivo y que se desarrollan a continuación son:

3.1 Identificar corredores potenciales que mantengan o promuevan la conectividad del paisaje;
3.2 Consolidar las empresas sociales ecoturísticas que conservan fragmentos de selva: "Canto de la Selva" en el ejido Galacia; "Campamento Tamandúa" en el ejido Flor de Marqués; UMA para la Conservación de Mariposas "La Casa del Morpho" en el ejido Playón de la Gloria; "Selvaje" en el ejido El Pirú; y "Bellavista" en el ejido López Mateos;
3.3 Identificar las cadenas de valor que generen sinergias positivas entre las empresas ecoturísticas existentes;

3.4 Gestionar y restaurar riberas de ríos y arroyos, o elementos lineales que puedan funcionar como conectores de fragmentos de selva estratégicos en una comunidad piloto; y,

3.5 Integración y análisis de los resultados de la conservación y manejo de los ecosistemas naturales y de la restauración de terrenos que conecten fragmentos de selva en los ejidos de Marqués de Comillas.

Acción 3.1 <u>Identificar corredores potenciales que mantengan o promuevan la conectividad del paisaje</u>

I. Realizar un análisis de conectividad del territorio de Marqués de Comillas, para buscar una conexión entre los patrones de cobertura vegetal a través del paisaje.
II. Llevar a cabo un análisis de priorización de conectividad para identificar los conectores prioritarios.
III. Identificar la tenencia de la tierra de los terrenos que conforman los fragmentos de selva y conectores.
IV. Identificar si los fragmentos de selva cuentan con algún instrumento de conservación.
V. Determinar posibles instrumentos de conservación que resulten adecuados por su viabilidad económica, social y ambiental para los fragmentos de selva que no cuenten con instrumentos de conservación previos.
VI. Elaborar un mapa de los fragmentos de selva y los conectores propuestos, con capas que incluyan tenencia de la tierra, los instrumentos de gestión existentes y potenciales.

Indicador de progreso comprometido: 100%; Indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Realizar un análisis de conectividad del territorio de Marqués de Comillas, para buscar una conexión entre los patrones de cobertura vegetal a través del paisaje.

Análisis de conectividad estructural

Para realizar el análisis de conectividad estructural se definió el área de estudio considerando la vegetación remanente del municipio Marqués de Comillas, así como la vegetación que forma parte de la Reserva de la Biosfera de Montes Azules (RBMA) y una parte del territorio de la reserva comunitaria Sierra Cojolita, que se encuentra fuera de los límites de la RBMA, pero que aún mantiene una conectividad ecológica con la Reserva. Específicamente, debido a que dentro de la RBMA existen zonas que ya han perdido parte de la cobertura forestal, para definir la zona de estudio se realizó una delimitación general a mano alzada abarcando únicamente la superficie que cuenta con cobertura, incluyendo las superficies que se extienden en la zona noreste de la reserva. La delimitación se realizó de manera manual, a través del Sistema de Información Geográfica ArcGis 10.5 (ESRI 2011) y tomando como base la imagen satelital Basemap de ESRI que tiene información de fuentes y años variados. La capa generada de la vegetación remanente de la RBMA se unió con la capa de vegetación de Marqués de Comillas, la cual se obtuvo a partir de una clasificación supervisada de imágenes satelitales Sentinel 2 para la región y a partir de puntos de entrenamiento (Villeda-Chávez y Troche-Souza 2021). Como resultado se obtuvo una capa de vegetación que considera tanto la selva como la vegetación secundaria del municipio de Marqués de Comillas y parte de Benemérito de las Américas, así como la superficie actualizada de la cobertura de la RBMA y otras regiones (Figura 1).

Cabe mencionar que durante el tercer trimestre del presente proyecto se realizó un primer acercamiento para evaluar la configuración del paisaje a través de dos programas: Makurhini (Godínez-Gómez y Correa-Ayram 2020) y FRAGSTATS (McGarigal y Marks 1995, McGarigal *et al.* 2002). Sin embargo, para dichos análisis se consideró únicamente la

vegetación remanente de los municipios de Marqués de Comillas y Benemérito de las Américas, sin considerar el papel que juega la RBMA en el mantenimiento de la conectividad ecológica de la región. Para contrarrestar lo anterior, en el presente análisis se utilizó una capa que abarca tanto la cobertura arbórea de la zona de estudio (Marqués de Comillas) como la cobertura actual de la RBMA. Asimismo, debido a que el objetivo de esta evaluación fue tener únicamente una idea general de la estructura del paisaje, el análisis se redujo al uso del programa Makurhini, con el cual se obtuvieron métricas estadísticas de los parches y del paisaje, tales como: área de los parches, número de parches, tamaño medio de los parches, porcentaje de área núcleo considerando un efecto de borde de 50m (medida que fue establecida por nosotros), tamaño efectivo mesh (indica el tamaño que deben tener los parches cuando el paisaje es dividido en S áreas del mismo tamaño, con el mismo grado de división que realmente tiene el paisaje), índice de forma e índice de dimensión fractal.



Figura 1. Capa utilizada para realizar el análisis de conectividad estructural (vegetación remanente del territorio de Marqués de Comillas, de la RBMA y regiones aledañas al noreste).

Los resultados obtenidos del análisis de fragmentación del paisaje de la región de Marqués de Comillas muestran la distribución estadística de las métricas (Figura 2). Por ejemplo, la mayoría de los parches que conforman el paisaje analizado tienen un tamaño de entre 0.01 y 1 km^2 (Figura 2, Size), además, más de 3,000 parches cuentan con un perímetro de aproximadamente 1 km (Figura 2, Perimeter), lo que representa una tasa perímetro/área muy alta, por lo que se puede asumir que existe un importante efecto de borde en todos los fragmentos de vegetación pequeños. Además, cuando se estima el tamaño de los parches considerando un efecto de borde de 50m, el número de parches con áreas núcleo menores a 0.01 km^2 aumenta de manera considerable, así como los parches con área <0.001 km^2 (Figura 2, Core Area).

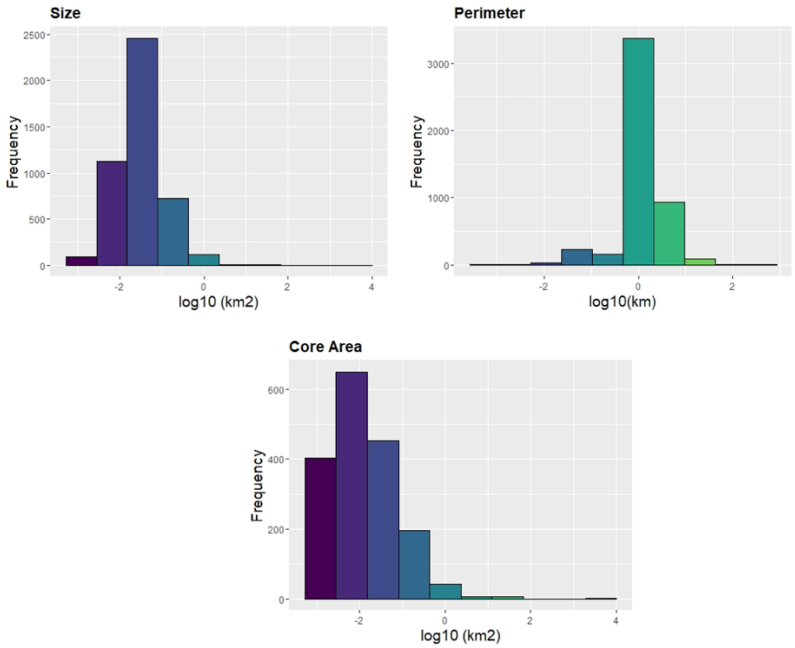


Figura 2. Distribución estadística de las métricas obtenidas con Makurhini.

Aunado a los gráficos que muestran la distribución de las métricas, el programa también genera mapas que permiten visualizar el gradiente de los valores de dichas métricas a lo largo del paisaje (Figura 3). De esta forma, es posible obtener una idea de la distribución geográfica de las métricas, e incluso, se pueden identificar los parches que se encuentran en los extremos de los gradientes.

Como se menciona previamente, la zona de estudio se encuentra dominada por la presencia de parches de tamaño muy pequeño. En la figura 3A se muestra, mediante un gradiente de color, que el único parche que sobrepasa la superficie de 3,000 km^2 consiste en la RBMA (las diferencias entre el tamaño de las superficies son tan grandes entre ésta y el resto de los parches, que los resultados se muestran en escala logarítmica, lo cual se refleja también en la coloración binaria del mapa). El mismo efecto ocurre con la métrica de "Área Núcleo" (Core Area, CA por sus siglas en inglés) (Figura 3B). Por otro lado, la métrica de porcentaje de borde con respecto al área del parche muestra a los parches más grandes con un porcentaje menor a 30%. Usando también el gradiente de color, es posible identificar parches que se encuentran dentro de un intervalo de entre 30 y 50% de porcentaje de borde. Con respecto al porcentaje de área núcleo con respecto al área total, considerando un efecto de borde de 50 m, con el mapa se puede visualizar que poco menos del 100% del área de la RBMA se puede considerar área núcleo, y que solo algunos parches dentro de Marqués de Comillas tienen un porcentaje >80% de área núcleo. Este porcentaje baja conforme el área de los parches disminuye, pero también es resultado de la forma de los parches, pues existen configuraciones del parche que aumentan la tasa perímetro/área, siendo la forma circular la configuración con la menor tasa (Figura 3D).

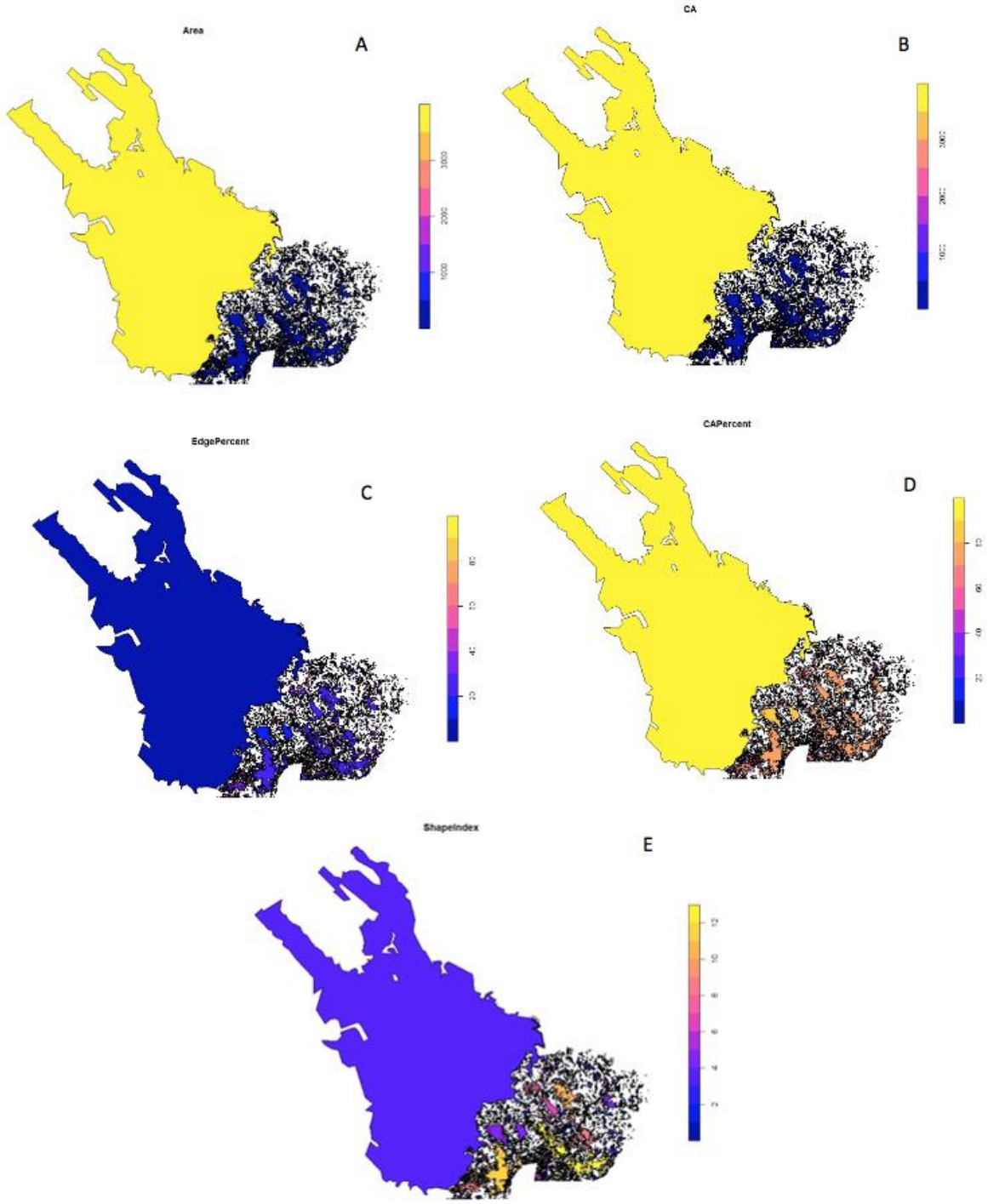


Figura 3. Mapas que muestran la distribución geográfica de las métricas obtenidas con Makurhini: A, área del parche; B, área núcleo; C, porcentaje de borde; D, porcentaje de área núcleo y E, índice de forma.

Otra métrica que brinda información sobre el papel de la forma de los parches es el índice de la forma (“Shape Index” en inglés). Esta métrica mide la complejidad de cada parche comparándolo con la forma estándar (cuadrado) de un parche del mismo tamaño, con lo cual se elimina el problema que se tiene cuando se estima únicamente la forma del parche, pues esta medida varía de acuerdo con el tamaño del parche y, por lo tanto, se pierde la información sobre la relevancia y el papel de la forma. Cuando el valor del índice de la forma se acerca a 1,

la relación área-perímetro es más parecida a la que se espera de un cuadrado. Cuánto más lejos del 1, más irregular es la forma del parche. De acuerdo con el mapa obtenido para esta métrica, existe una gran variación en esta métrica a lo largo del paisaje, pero los parches de mayor tamaño (como la RBMA) y los que presentan un porcentaje de borde menor, son los que presentan los valores más cercanos a 1. El índice de dimensión fractal, que también genera información sobre la relación área-perímetro, no dio resultados por lo que no se muestran o discuten en el presente documento.

Los gráficos y mapas generados por el programa permiten tener una visualización general de la distribución estadística y geográfica de las métricas. Sin embargo, el programa también arroja una capa shapefile con los valores individuales de cada métrica para cada parche. Esta información resulta muy útil para generar un diagnóstico general tanto del estado de fragmentación del paisaje, como del papel y las condiciones que cada fragmento de vegetación tiene. Con ello, es posible evaluar cada parche de manera individual, e incluso monitorearlos a lo largo del tiempo, evaluar el efecto de acciones de conservación específicas o monitorear los cambios y pérdidas de cobertura arbórea y los efectos que éstos tienen en la conectividad estructural del paisaje.

Para el presente estudio no se realizó un análisis específico del papel que juega cada parche en la conectividad estructural del municipio, porque el objetivo fue obtener un panorama general de la zona de interés que pudiera funcionar como base para la ejecución y mejora de próximos análisis. No obstante, con los resultados obtenidos es posible identificar los fragmentos de vegetación dentro de Marqués de Comillas que juegan un papel crucial en el mantenimiento de la conectividad estructural de la zona.

Aunque los resultados obtenidos de las métricas pueden resultar un poco difíciles de interpretar porque la RBMA desvía los valores de todas por la gran diferencia de tamaño en la superficie con respecto al resto de los fragmentos de hábitat, la incorporación de la reserva en los análisis resulta importante porque parte del objetivo de analizar la conectividad ecológica de Marqués de Comillas es no sólo entender su papel y efectividad como zona de amortiguamiento, sino también buscar y mejorar la conectividad dentro del municipio y hacia la RBMA. De esta forma, cuando se incorpora el área de la RBMA en los análisis, el papel y la contribución que algunos fragmentos de hábitat tienen, pueden variar en función de la ubicación geográfica, pues pasan de verse como fragmentos periféricos dentro del municipio a fragmentos centrales que mantienen una mayor conectividad entre la RBMA y los fragmentos más alejados.

A pesar de que el análisis realizado muestra información general sobre la configuración del paisaje, resulta importante continuar y profundizar con dichos análisis para entender mejor la dinámica de los cambios espaciotemporales del paisaje. Makurhini brinda varias posibilidades para lograr lo anterior, por lo que se buscará continuar con este esfuerzo en etapas posteriores.

Análisis de conectividad funcional

Para realizar el análisis de conectividad funcional e identificar los fragmentos de hábitat y corredores potenciales de Marqués de Comillas se llevaron a cabo los siguientes pasos: a) delimitación del área de estudio, b) selección de especies focales, c) definición de fragmentos

de hábitat que se van a conectar, d) diseño del método para valorar la resistencia a la movilidad de cada especie y e) identificar una franja de pixeles con las menores distancias-costo.

a) Delimitación del área de estudio

Para el presente análisis se definieron dos áreas de estudio, que se diferencian entre sí por la escala: 1) el municipio Marqués de Comillas con un área extendida hacia el municipio Benemérito de las Américas y 2) el área donde Natura y Ecosistemas Mexicanos tiene mayor presencia y trabajo dentro de Marqués de Comillas, comprendida por seis ejidos: Boca de Chajul, Playón de la Gloria, Flor del Marqués, Galacia, El Pirú y Adolfo López Mateos (Figura 4).

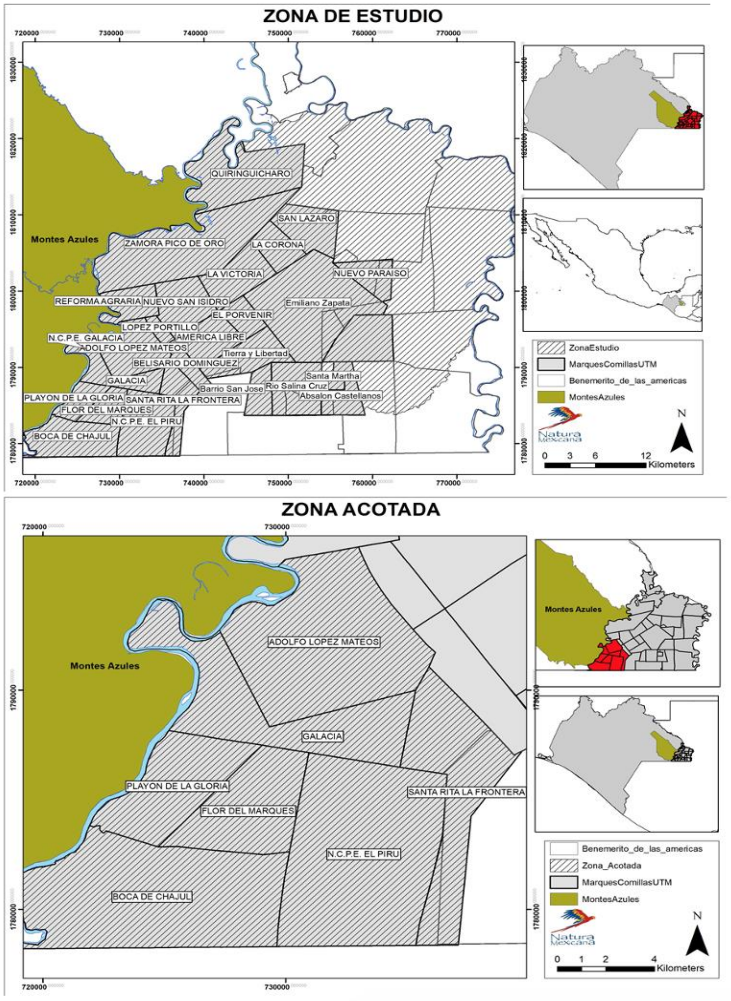


Figura 4. Arriba: área de estudio conformada por el municipio de Marqués de Comillas y un área extendida hacia Benemérito de las Américas. Abajo: área de estudio acotada por los 5 ejidos de mayor influencia de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Uno de los factores para delimitar el área de estudio de la región fue la disponibilidad de la información de uso de suelo, ya que éste representa un insumo importante para la realización de los análisis posteriores. De esta forma, en colaboración con dos expertos consultores, y de manera independiente al proyecto, se realizó una capa de uso de suelo para el año 2021, , en la cual se establecieron nueve categorías de uso de suelo: pastizal, agrícola, vegetación secundaria, selva, cuerpos de agua, infraestructura antrópica, zonas sin vegetación, cultivo de

palma y otros (Figura 5) (Villeda-Chávez y Troche-Souza 2021). Dicha capa fue generada a partir de imágenes satelitales y puntos de entrenamiento específicos para cada categoría de uso de suelo. Además, el área fue extendida de forma que los principales remanentes de selva no fueran cortados bajo criterios geopolíticos (división entre municipios) sino buscando delimitaciones naturales de los fragmentos de selva. La extensión fue realizada utilizando información de uso de suelo de las capas geoestadísticas de la zona (Inegi 2017a, Inegi 2017b).

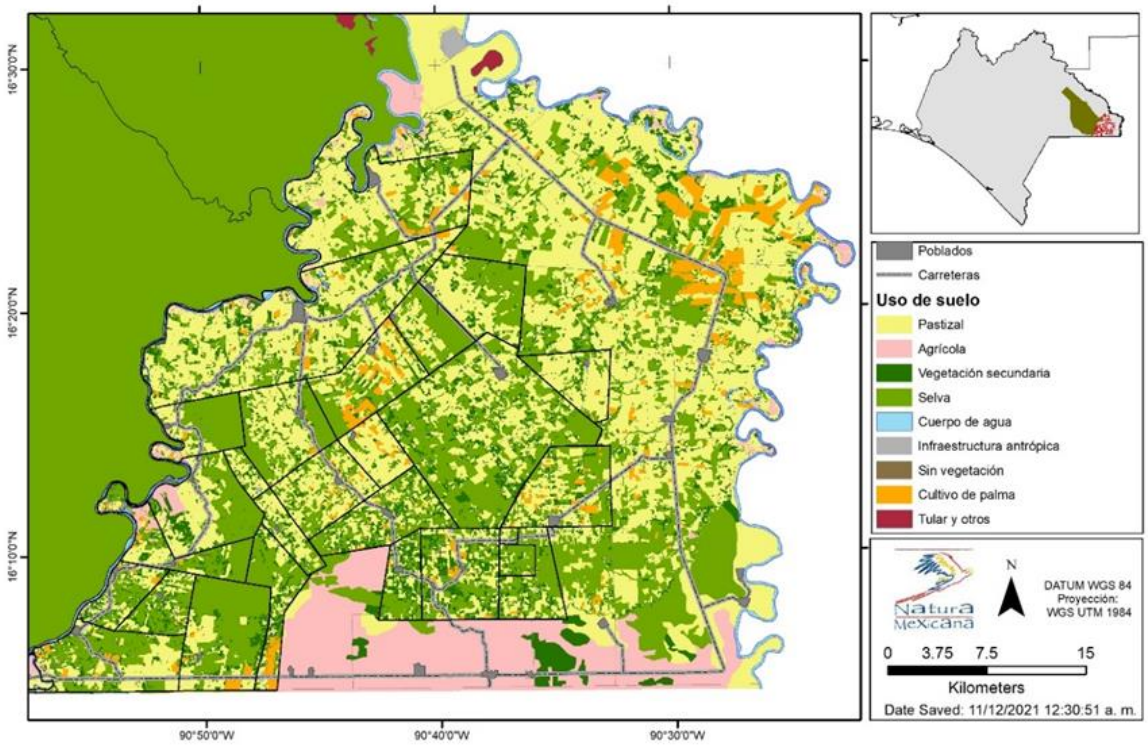


Figura 5. Mapa de uso de suelo de Marqués de Comillas y una zona extendida.

b) Selección de especies focales

Tabla 1. Propuesta de especies focales y algunas de sus características ecológicas.

Especie	**Dieta**	**Dependencia a hábitats conservados**	**Tolerancia a perturbaciones humanas**
Jaguar (*Panthera onca*)	Carnívoro	Media	Media
Tapir (*Tapirus bairdii)*	Herbívoro	Media	Baja
Mono araña (*Ateles geoffroyi*)	Herbívoro y frugívoro	Alta	Baja
Pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*)	Omnívoro	Alta	Baja
Ocelote (*Leopardus pardalis*)	Carnívoro	Alta	Media

Las especies focales consisten en las especies a partir de las cuales se basó el análisis de conectividad. En el presente estudio se seleccionaron cinco especies focales de mamíferos (Tabla 1). Dichas especies fueron seleccionadas por formar parte del grupo de especies monitoreadas por Natura y Ecosistemas Mexicanos (con excepción del mono araña) y por presentar algunas características contrastantes entre sí, por lo que requieren distintas condiciones del ecosistema tales como la dieta, su dependencia a hábitats bien conservados, la tolerancia que se ha observado que presentan a las perturbaciones humanas y el tamaño de los ámbitos hogareños (áreas de actividad básicas).

c) Definición de fragmentos de hábitat que se van a conectar

Los fragmentos de hábitat son los continuos de vegetación que presentan las características ecológicas necesarias para que las especies los utilicen como hábitat y, para que esto ocurra, éstos deben ser continuos y abundantes. Por ejemplo, bajo la perspectiva de la teoría de grafos, la disponibilidad del hábitat puede ser baja cuando los fragmentos están poco conectados y también cuando están muy conectados, pero su superficie es pequeña (Saura y Pascual-Hortal 2007).

Aunque existen diversas propuestas para definir los fragmentos de hábitat de las especies, para este estudio utilizamos la información derivada del monitoreo biológico que realiza Natura y Ecosistemas Mexicanos. Este monitoreo consiste en el establecimiento de cámaras-trampa dentro de los remanentes de selva en los ejidos de Marqués de Comillas y dentro de la RBMA. De esta forma, a través del establecimiento de historias de registro de cada especie se realizaron análisis de ocupación para identificar las covariables del paisaje que influyen en la probabilidad de ocupación de una especie en particular y para obtener un estimado de dicho parámetro como subrogado de abundancia. Para este estudio, para determinar tanto la probabilidad de detección (p), como la probabilidad de ocupación (Ψ), se analizaron las siguientes covariables: distancia a poblados, distancia a carreteras, distancia a la RBMA, distancia a ríos perennes y distancia a los diferentes tipos de uso de suelo (pastizal, agrícola, selva, vegetación secundaria, palma de aceite, sin vegetación y cuerpos de agua). Como resultado se obtuvo un mapa de tipo ráster con los valores de Ψ de cada especie para la zona.

Dichos mapas fueron utilizados, a su vez, para establecer un umbral mínimo de Ψ de cada especie focal para seleccionar los fragmentos de hábitat que contienen los mayores valores de Ψ. Los mapas resultantes de los análisis de ocupación, así como la delimitación de los fragmentos de cada especie se pueden consultar en el anexo (Anexo3.1.1_2022-6). Los umbrales mínimos de Ψ establecidos fueron distintos para cada especie debido a que el patrón de ocupación de cada una también fue distinto (Tabla 2).

Tabla 2. Umbrales mínimos de la probabilidad de ocupación (Ψ) para la definición de los fragmentos de hábitat de cada especie.

Especie	***Umbral mínimo (Ψ)***
Mono Araña	Se consideraron todos los polígonos mayores a 4 ha
Tapir	50
Pecarí de labios blancos	30

Ocelote	90
Jaguar	50

d) Diseño del método para valorar la resistencia a la movilidad de cada especie

La matriz de resistencia consiste en una capa de la zona de estudio en donde cada píxel tiene un valor de resistencia al movimiento o dispersión de una especie particular. La matriz de resistencia también puede entenderse como el inverso de la permeabilidad de las especies, es decir, entre más permeable es un paisaje, existe menor resistencia al movimiento.

La generación de la matriz de resistencia representa uno de los pasos más importantes para los análisis de conectividad, ya que ésta determina las potenciales rutas con las menores relaciones distancia-costo entre los fragmentos que se buscan conectar.

Existen diversos métodos y propuestas para generar estas matrices Sin embargo, los métodos más robustos requieren de información de uso de hábitat de las especies, información que generalmente es difícil de conseguir por el tiempo, dinero y esfuerzo que requiere. Entre algunos de los métodos que existen para generar la matriz de resistencia, se encuentran:

- Opinión de expertos: se realiza una evaluación sobre el nivel de impedimento que los elementos del paisaje generan en la dispersión de las especies.
- Inverso del modelado de hábitat: se obtiene un valor inverso al de adecuabilidad del hábitat de las especies.
- Marcaje, liberación y recaptura: se obtiene información sobre el uso de hábitat de los individuos de una especie. El monitoreo a través de cámaras trampa puede proporcionar información de este tipo para algunas especies (aquellas donde los individuos se pueden reconocer por marcas naturales).
- Radiotelemetría: se obtiene información específica sobre el uso y rutas de las especies en el espacio.
- Métodos de genética del paisaje: se obtiene información sobre la estructura y uso del hábitat de los individuos de una especie.
- Revisión bibliográfica: se busca información sobre el nivel de tolerancia registrada de las especies a los diferentes elementos del paisaje que pueden impedir su dispersión efectiva.
- Índice de huella espacial humana: relación del impacto humano con la resistencia a la movilidad.

Debido a la falta de información sobre el uso de hábitat de cada especie en la zona de estudio, para el presente estudio se realizó una revisión bibliográfica de las cinco especies focales para determinar el nivel de resistencia que algunos elementos del paisaje pueden ejercer sobre su dispersión. Para dicha revisión se buscaron artículos científicos, tesis o libros que contuvieran información relevante y potencialmente útil y así contrarrestar lo más posible la subjetividad que conlleva el método de la valoración de expertos. El resumen de la información obtenida durante la revisión bibliográfica se puede consultar en el anexo (Anexo3.1.2_2022-6).

Para la generación de la matriz de resistencia de cada especie se incorporaron y evaluaron elementos antropogénicos, elementos naturales y la probabilidad de distribución a través de modelos de nicho ecológico con los cuales se analiza la asociación ecológica y evolutiva de las especies a las condiciones climáticas de la región para identificar zonas potenciales de distribución (Tabla 3).

Tabla 3. Elementos del paisaje evaluados para la generación de las matrices de resistencia de las especies focales.

Elementos antropogénicos
Poblados de menos de 500 habitantes
Poblados de 500 – 1,000 habitantes
Poblados de 1,000 – 10,000 habitantes
Carreteras pavimentadas
Caminos de terracería
Tipo de uso de suelo (pastizal, agrícola, selva, vegetación secundaria, palma de aceite, sin vegetación, cuerpos de agua, infraestructura antrópica y otros tipos de vegetación natural)
Elementos Naturales
Ríos perennes
Elevación
Asociación ecológica y evolutiva de la especie
Modelo de nicho ecológico

La matriz de resistencia fue generada con la herramienta Gnarly Landscape Utilities (McRae *et al.* 2013). Para su elaboración se generaron capas de tipo ráster con las distancias a cada elemento (excepto los tipos de uso de suelo, la elevación y el modelo de nicho ecológico) y se establecieron niveles de resistencia para determinados intervalos de distancia. Dichos valores se integraron en un formato de datos de tipo geodatabase y como resultado se obtuvo una capa (tipo ráster) de la resistencia del paisaje al movimiento. Para más información sobre los intervalos de distancia, los valores de resistencia asignados a cada elemento evaluado y las matrices de resistencia generadas de cada especie se puede consultar el anexo (Anexo3.1.3_2022-6).

Para el caso del jaguar se utilizó una matriz de resistencia generada en un estudio previo en la región, en el cual se utilizaron datos de radiotelemetría de individuos de jaguar en la Selva Lacandona (para más información consultar De la Torre *et al.* 2017).

Para la generación de los modelos de nicho ecológico (MNE) de las especies, se realizaron los pasos que se describen a continuación.

- Modelos de nicho ecológico: se generaron modelos de distribución potencial para 10 especies de mamíferos de la región. Para cada especie se empleó el método de modelación de nicho ecológico, para lo cual se utilizaron registros de presencias y variables ambientales. Se

modeló el nicho ecológico de cada especie a 1 km² de resolución, utilizando el área completa y la distribución conocida. El nicho ecológico fue posteriormente transferido a condiciones ambientales locales a mayor resolución, de aproximadamente 90 m².

- Registro de presencia: para obtener la distribución potencial de los mamíferos dentro del municipio de marqués de Comillas y de Benemérito de las Américas. Los registros de presencia se obtuvieron de tres fuentes distintas:

  a) del repositorio global Global Biodiversity Information Facility (GBIF por sus siglas en inglés) (GBIF 2020),
  b) registros de Conabio que provienen de la distribución potencial del Atlas Mastozoológico de México (Ceballos *et al.* 2006), registros de presencia usados para elaborar el mapa de distribución potencial (Lavariega y Briones-Salas 2019) y de los mapas de distribución potencial global generados (Lavariega y Briones-Salas 2019) y
  c) registros de monitoreo de cámaras-trampa de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

De esta forma se buscó obtener la mayor cantidad de información, así como la mayor variabilidad ambiental en los registros, ya que los modelos de nicho ecológico requieren de grandes cantidades de información para generar modelos robustos. Para algunas especies se pudo integrar información de las tres fuentes, para otras de dos y para algunas pocas sólo de GBIF. Posteriormente, se llevó a cabo una limpieza de los datos, la cual consistió en usar sólo los registros tomados desde 1950, con el fin de utilizar registros en sitios con condiciones climáticas parecidas a las actuales, así como registros basados en clasificaciones taxonómicas relativamente recientes para evitar errores de identificación. Asimismo, se eliminaron todos los registros que pertenecieron a colecciones o zoológicos, así como aquellos que caían dentro del mar. Además, para cada especie se revisó que los registros estuvieran dentro del polígono de presencia generado por expertos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2020) y, por último, se eliminaron todos los registros con coordenadas repetidas en una celda de 30 × 30 m para reducir la sobre representación o sesgo espacial en los modelos.

- Variables ambientales: se utilizaron dos juegos de variables para la modelación de cada especie, unas a baja resolución (1 km^2) las cuales fueron utilizadas para realizar la calibración del modelo, y otras a mayor resolución (90 m^2) espacial para el área de interés. El juego de variables utilizadas para realizar la calibración del modelo corresponde a las 19 variables bioclimáticas de WorldClim, sin proyectar y con datum WGS 84 (Fick y Hijmans 2017). En el caso la región de interés, utilizamos las variables bioclimáticas de Cuervo-Robayo *et al.* (2014). Esta base de datos fue desarrollada para el país, representa los mismos parámetros climáticos que WorldClim, pero están disponibles a una resolución más alta. También se consideraron 4 variables topográficas: orientación, pendiente, rugosidad del terreno y un índice topográfico; en este caso fue posible obtener las variables en baja y alta resolución de la base de datos de Geomorpho90m (Amatulli *et al.* 2020). La orientación enfatiza la exposición al norte-sur y este-oeste de la montaña. La pendiente representa la tasa de cambio en la dirección de la elevación, y es utilizada como sustituto para representar la velocidad de la corriente del agua (Amatulli *et al.* 2020), o como refugio para mamíferos. Las dos últimas variables son útiles para distinguir las zonas planas de las montañosas, así como otros atributos de la complejidad

del terreno, donde las especies pueden encontrar sitios de refugio o percha (Cuervo-Robayo *et al.* 2012).

Para la modelación se eligieron variables ambientales con baja correlación entre ellas, para esto se utilizó la función *corselect* del paquete fussySim (Barbosa 2015). Esta función calcula correlaciones por pares entre las variables en un conjunto de datos y, entre cada par de variables correlacionadas por encima del umbral de 0.8, excluye la variable con el factor de inflación de varianza más alta (VIF). Este proceso se realizó para cada una de las especies.

- Modelación de nicho ecológico y distribución potencial: el área de modelación se definió considerando los sitios de presencia del taxón y las ecorregiones terrestres del mundo (Olson *et al.* 2001), para cada especie se amplió el área a modelar considerando las ecorregiones en donde existen registros de presencia y las ecorregiones aledañas. Como algoritmo de modelación se utilizó Maxent (versión 3.3.3 k, Phillips *et al.* 2006), el cual no fue parametrizado, sino que se le permitió que ajustara a los datos utilizando los valores por defecto. Se utilizó una validación cruzada, con 10 réplicas y el desempeño de cada réplica se evaluó por medio de la prueba del área bajo la curva (AUC, acrónimo en inglés) de la característica operativa del receptor (ROC, por sus siglas en inglés). Cada una de las réplicas fue transferida a la región de estudio y se utilizó el promedio de las 10 repeticiones como modelo de distribución potencial único.

e) Identificar una franja de pixeles con las menores distancias-costo

Los corredores potenciales se generaron utilizando la herramienta Linkage Pathways Tool, de la extensión Linkage Mapper Toolkit (McRae y Kavanagh 2011) para ArcGis (ESRI 2011). Esta herramienta utiliza una capa de vectores con los fragmentos de hábitat y una capa ráster con la matriz de resistencia, e identifica los corredores de menor distancia-costo entre los fragmentos de hábitat. El resultado es un valor relativo de cada celda del mapa de su contribución a la conectividad (McRae y Kavanagh 2011).

Otras herramientas de la misma extensión que también fueron utilizadas se describen a continuación.

- Barrier Mapper: con esta herramienta se detectan barreras que afectan la calidad y flujo dentro de los corredores de menor distancia-costo. Con ello, pueden identificarse sitios importantes para dirigir esfuerzos de restauración (McRae 2012a).
- Pinchpoint Mapper: una vez que se han identificado los corredores con Linkage Pathways Tools, esta herramienta utiliza Circuitscape (a través de la teoría de circuitos eléctricos) para identificar puntos de alto flujo de corriente dentro de los corredores potenciales (i.e. cuellos de botella, pasos importantes de fauna, etcétera) (McRae y Shah 2009, McRae 2012b).
- Centrality Mapper: usando Circuitscape (teoría de circuitos) calcula la centralidad del flujo de corriente en la red de los enlaces que se generaron con Linkage mapper a través de las menores distancias-costo, generando un puntaje de centralidad tanto a los corredores como a los fragmentos de hábitat. Un alto valor de centralidad implica que, si se pierde el área o enlace, un mayor número de otras áreas o enlaces se desconectan de la red (McRae 2012c).

Una vez obtenidos los corredores potenciales de cada especie, y el resto de los productos de las herramientas antes mencionadas, se realizó una superposición de los corredores potenciales para obtener un resultado integrado para las dos áreas de estudio.

A continuación se presentan los resultados de los corredores potenciales y las barreras y sitios de alto flujo de corriente para cada especie, realizado en dos escalas: a) la del municipio Marqués de Comillas y un área extendida hacia el municipio Benemérito de las Américas, y, b) el área donde Natura y Ecosistemas Mexicanos tiene mayor presencia y trabajo dentro de Marqués de Comillas, comprendida por seis ejidos: Boca de Chajul, Playón de la Gloria, Flor del Marqués, Galacia, El Pirú y Adolfo López Mateos.

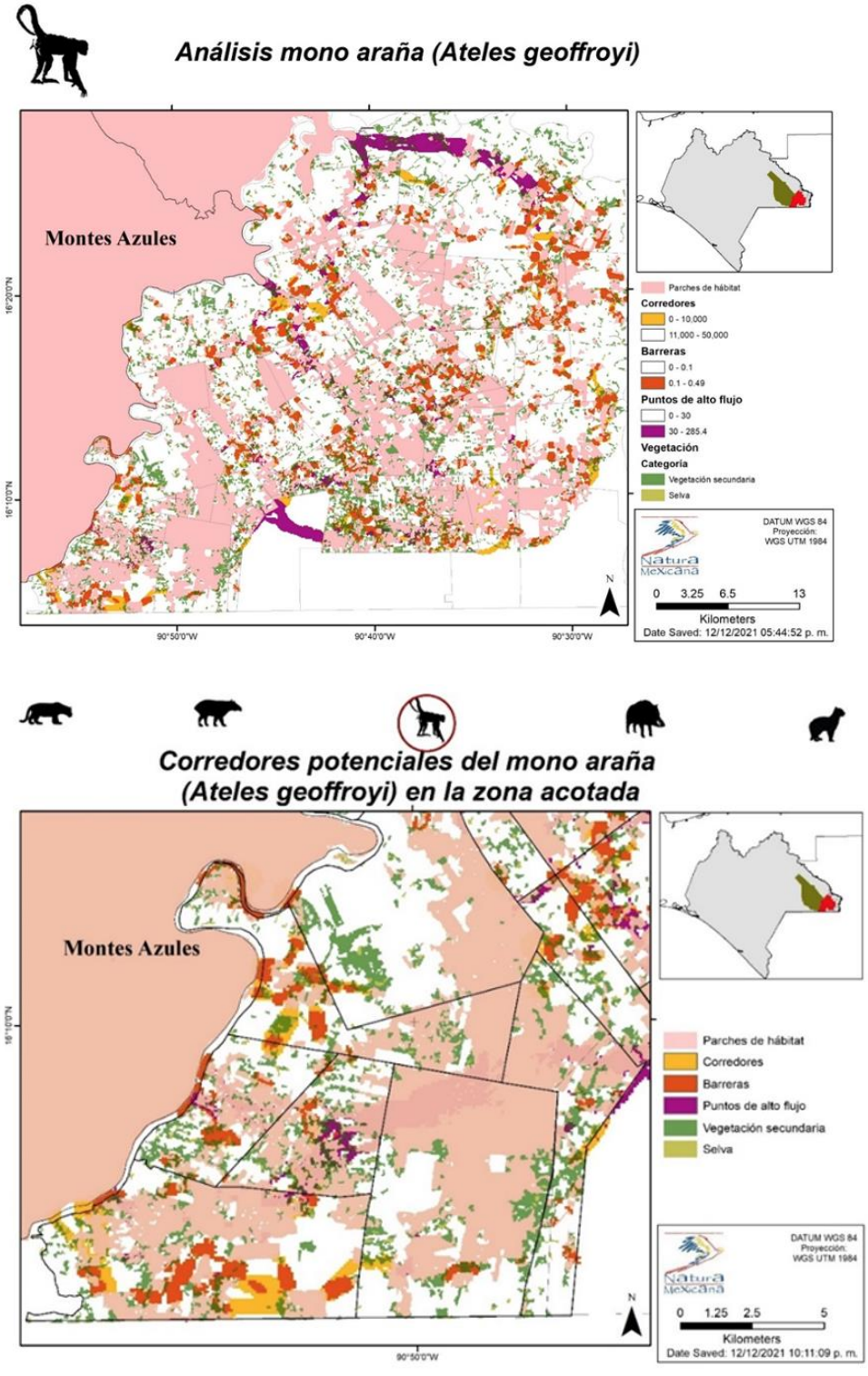


Figura 6. Corredores, barreras y sitios de alto flujo del mono araña para la zona de Marqués de Comillas y para la zona acotada de los ejidos de mayor influencia de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

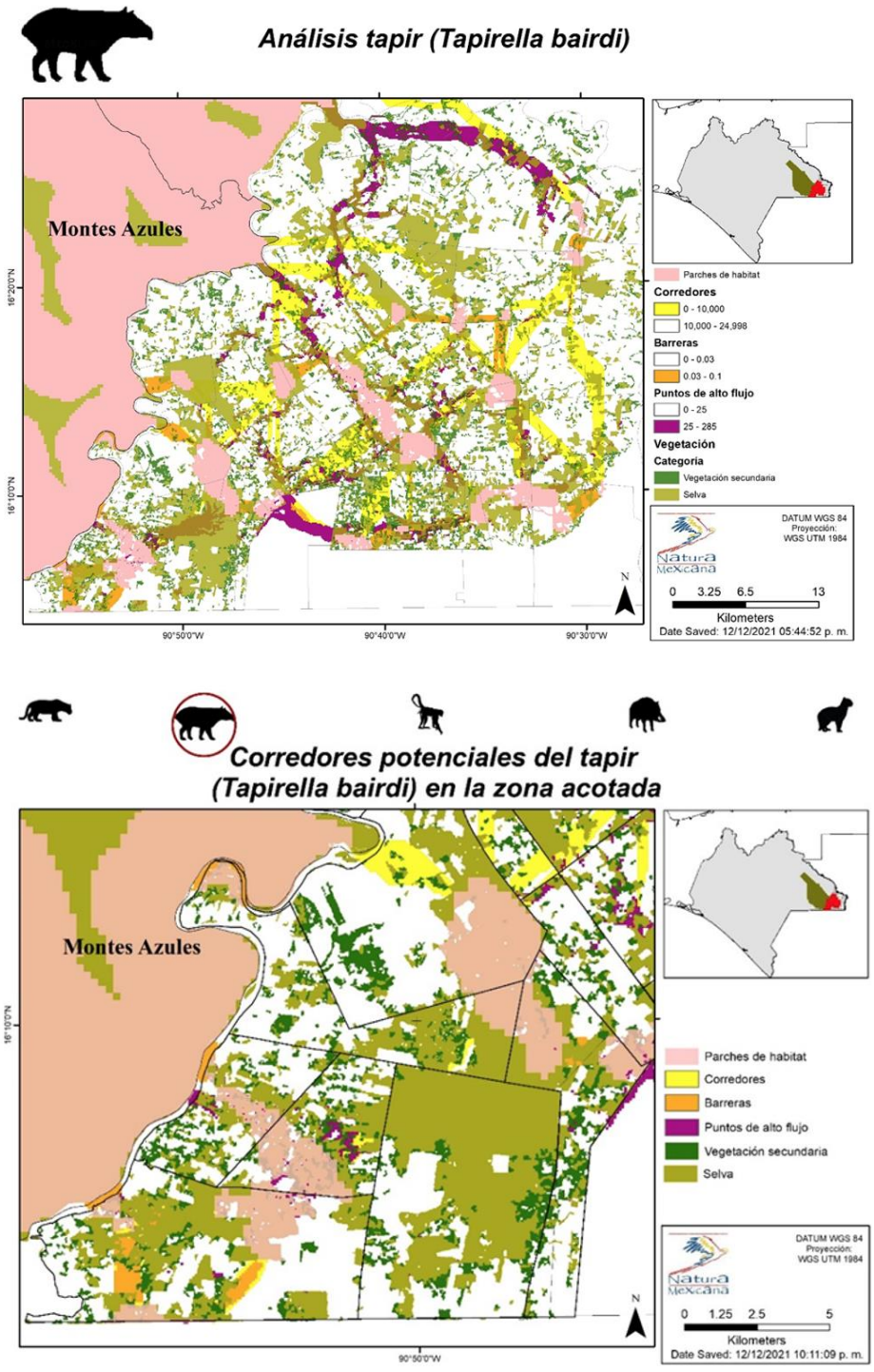


Figura 7. Corredores, barreras y sitios de alto flujo del tapir para la zona de Marqués de Comillas y para la zona acotada de los ejidos de mayor influencia de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

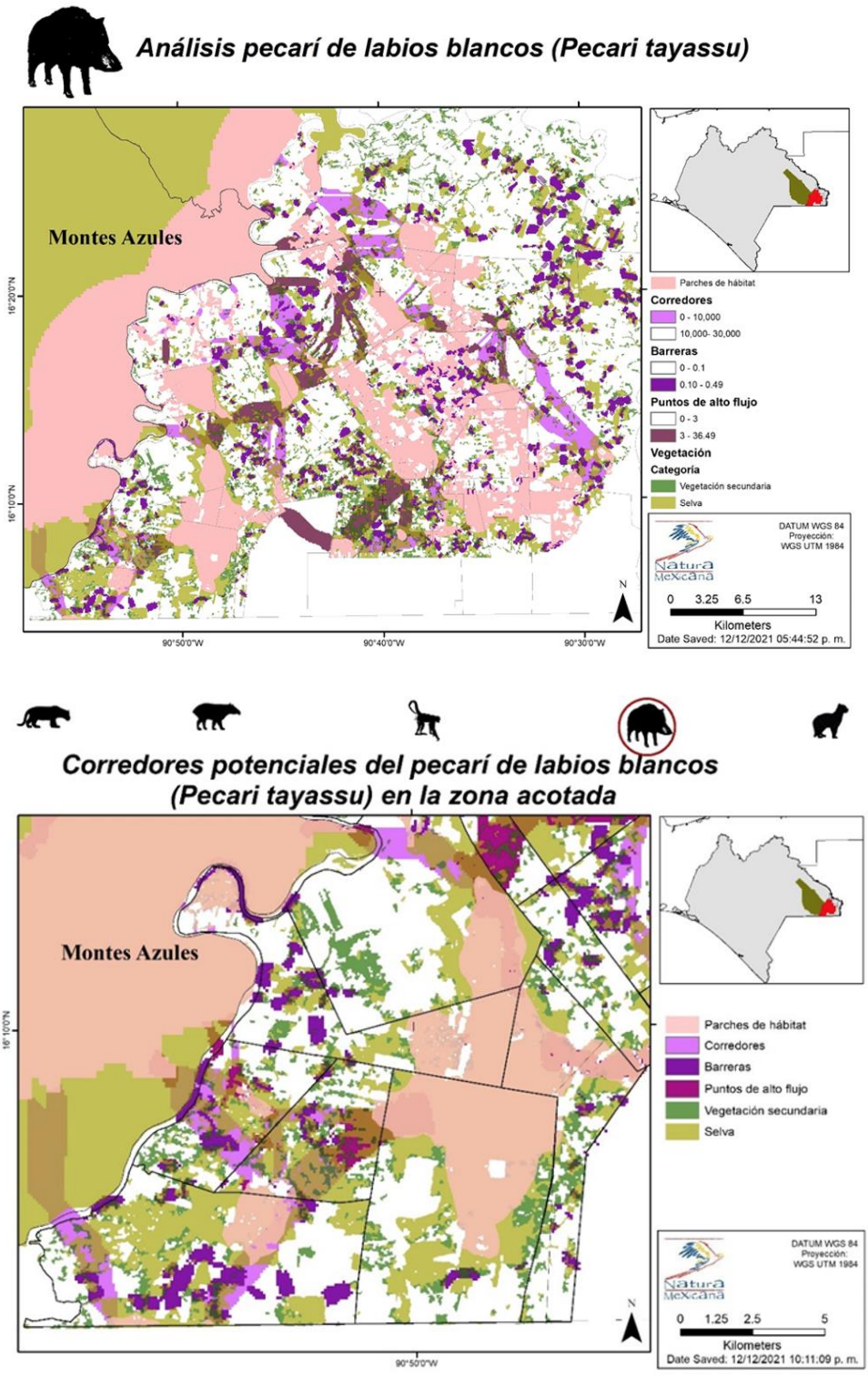


Figura 8. Corredores, barreras y sitios de alto flujo del pecarí de labios blancos para la zona de Marqués de Comillas y para la zona acotada de los ejidos de mayor influencia de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

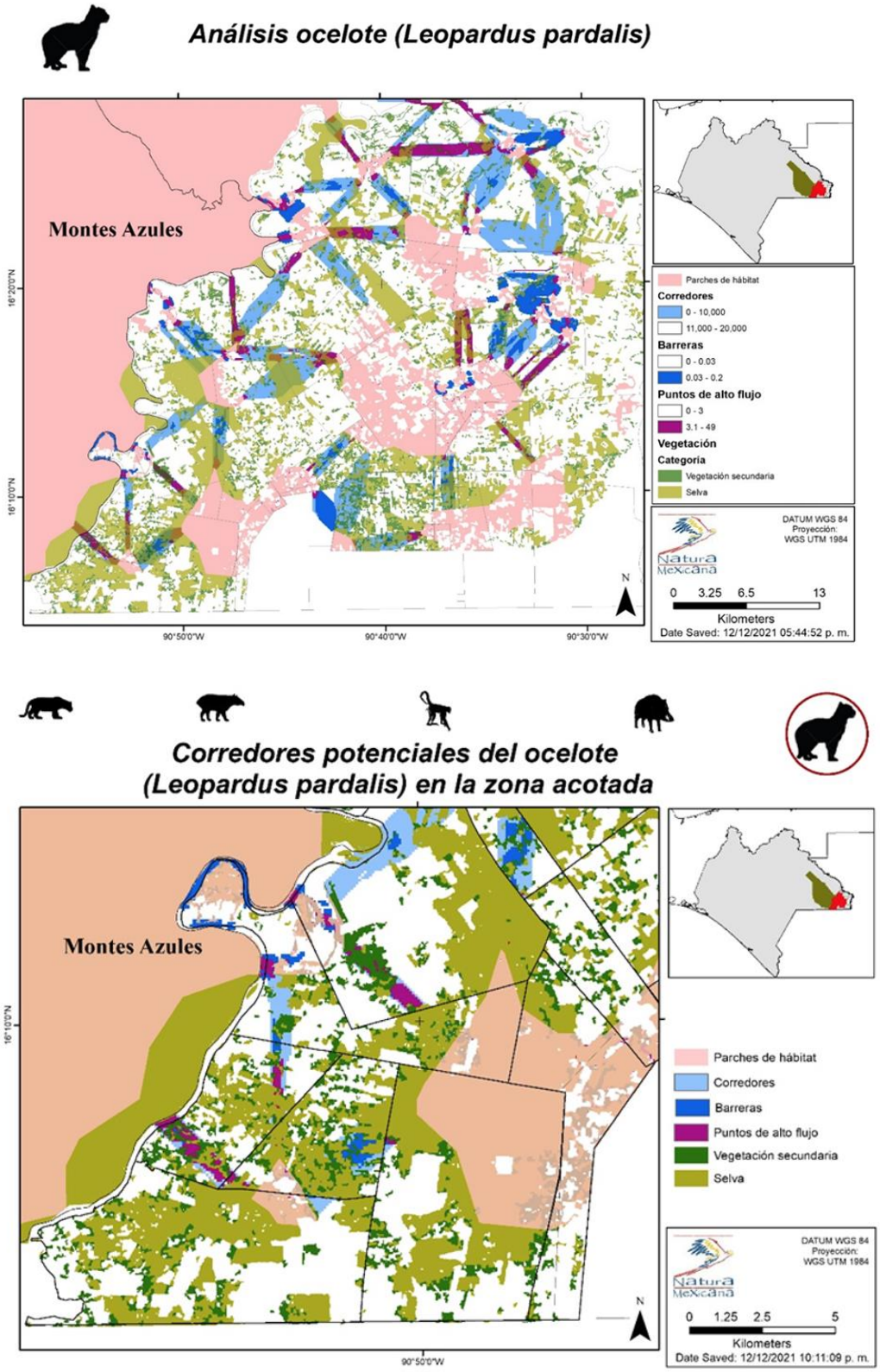


Figura 9. Corredores, barreras y sitios de alto flujo del ocelote para la zona de Marqués de Comillas y para la zona acotada de los ejidos de mayor influencia de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

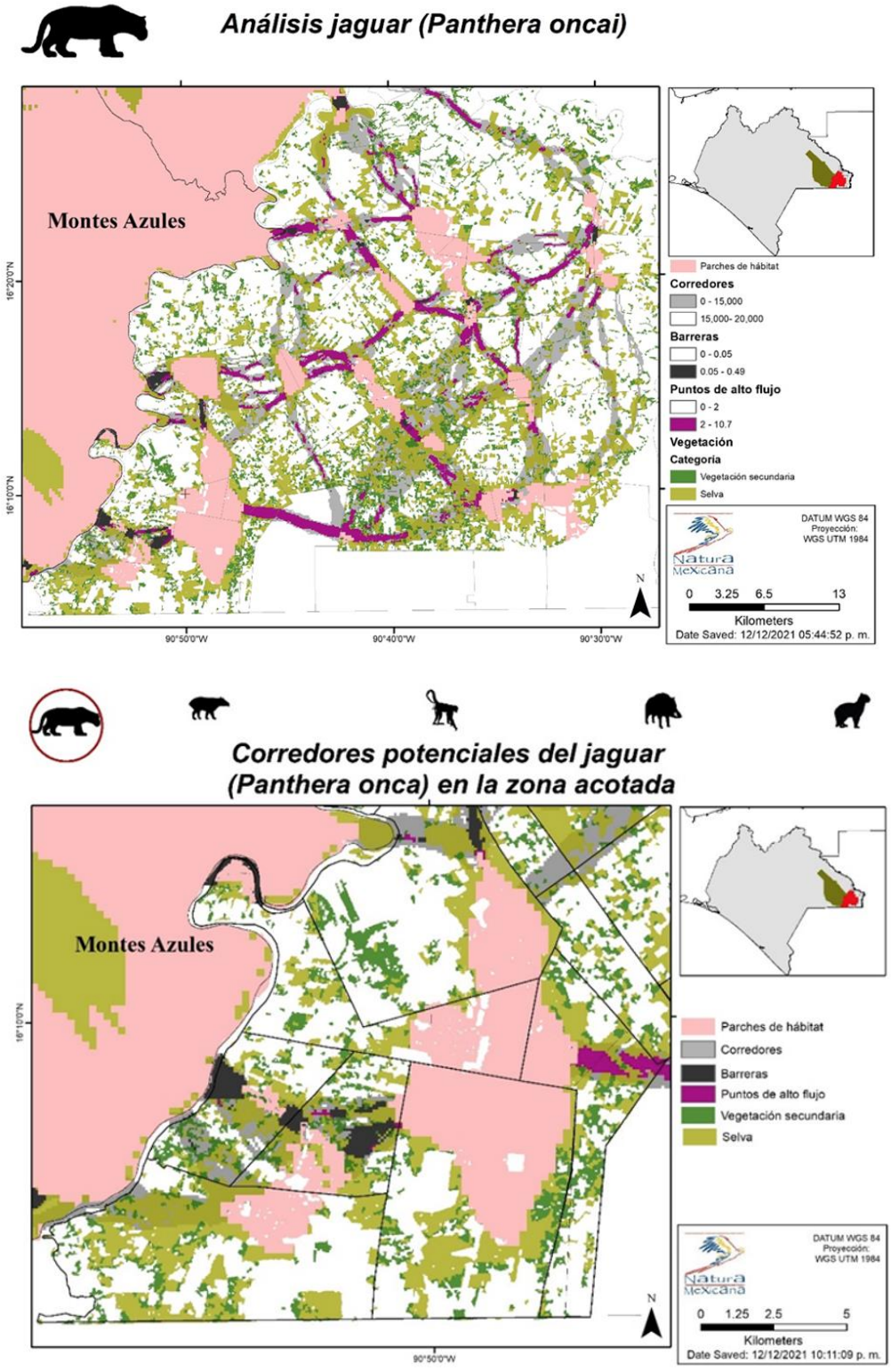


Figura 10. Corredores, barreras y sitios de alto flujo del jaguar para la zona de Marqués de Comillas y para la zona acotada de los ejidos de mayor influencia de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

La sobreposición de los resultados obtenidos de todas las especies focales se muestra en las figuras 11 y 12. En el mapa de Marqués de Comillas (Figura 11), se pueden ver amplias zonas marcadas como corredores potenciales.

Cuando se observa la zona acotada de los ejidos con mayor incidencia de Natura y Ecosistemas Mexicanos, es posible ver corredores principales que conectan los grandes fragmentos de hábitat que ahí se conservan y se puede notar el papel crucial que juegan los remanentes de algunos ejidos para mantener conectada la red de fragmentos, debido a su posición espacial dentro del paisaje. Tal es el caso de los ejidos de Flor del Marqués y Playón de la Gloria. Otros ejidos, como El Pirú y Galacia, sobresalen por los grandes remanentes de selva que mantienen conservados y que en conjunto forman uno de los fragmentos de hábitat más importantes de la región (Figura 12)

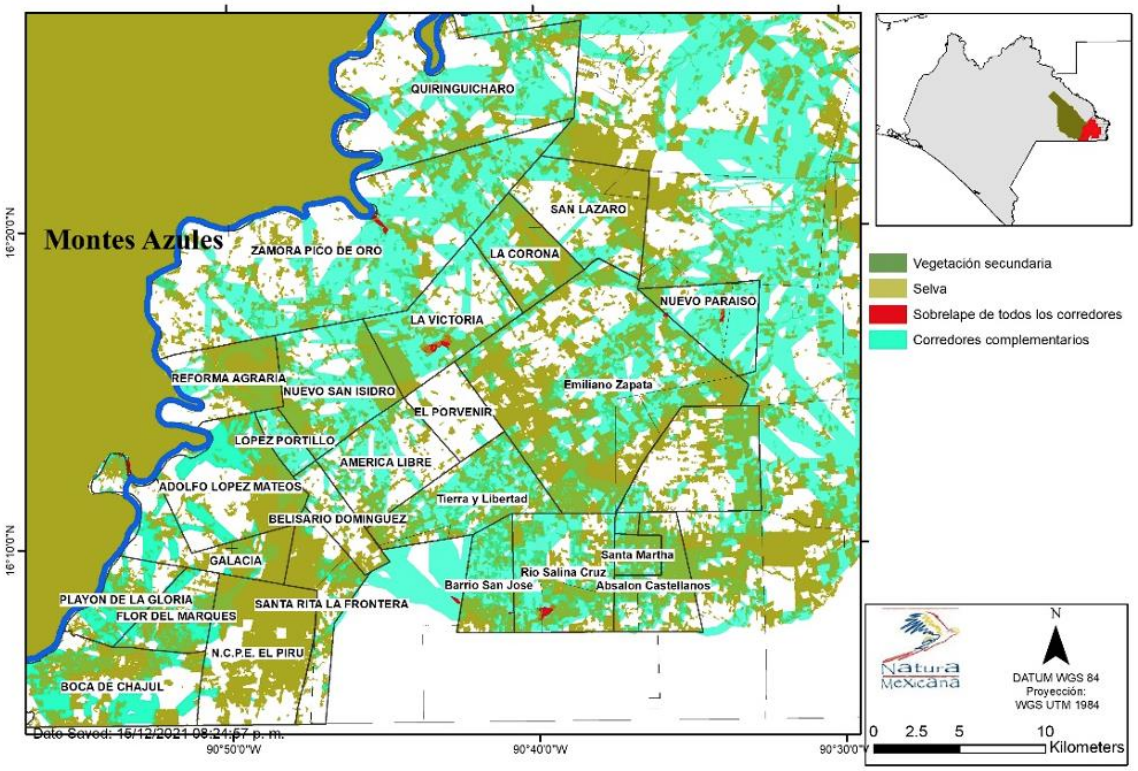


Figura 11. Mapa con la sobreposición de los corredores potenciales de las cinco especies analizadas en este estudio para la región de Marqués de Comillas.

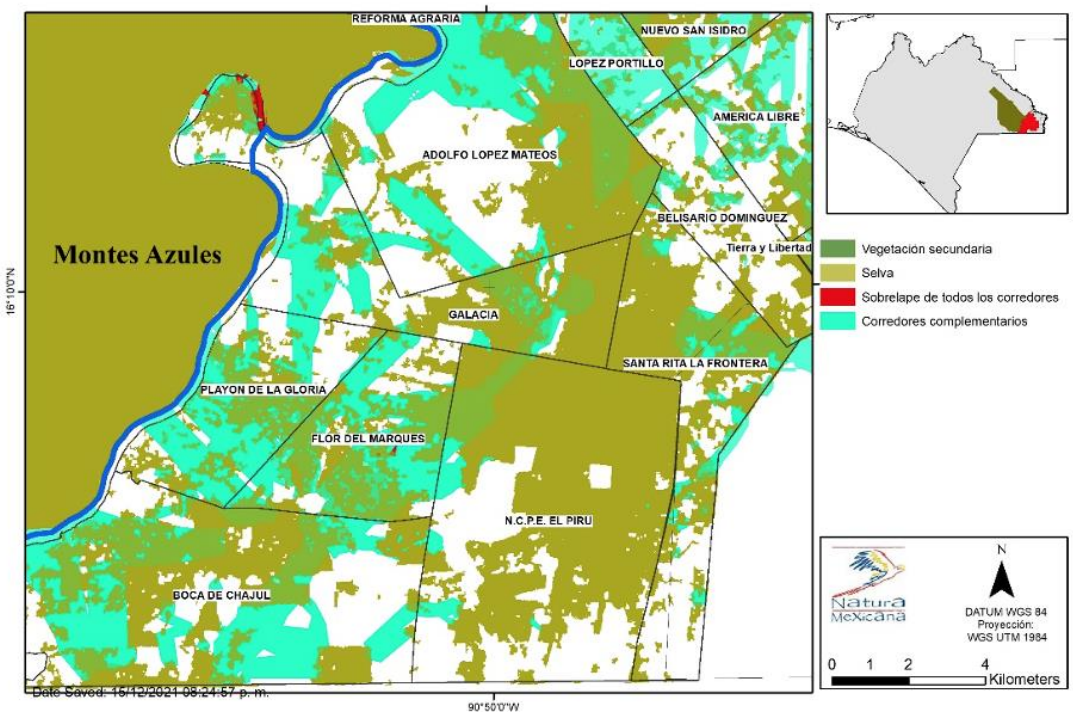


Figura 12. Mapa con la sobreposición de los corredores potenciales de las cinco especies analizadas en este estudio para la región acotada.

II. Llevar a cabo un análisis de priorización de conectividad para identificar los conectores prioritarios.

Tomando como base el mapa con la superposición de todos los corredores potenciales identificados para las cinco especies, se llevó a cabo la priorización de los corredores potenciales de manera visual debido a que no se consiguió implementar la herramienta Linkage priority (Gallo y Greene 2018) en ArcGis. Sin embargo, con el fin de generar una propuesta territorial viable para el municipio, se realizó una selección y priorización de los corredores que unen los fragmentos de hábitat principales (los de mayor superficie y los que se encuentran en posiciones centrales o con potencial de unión con varios fragmentos) y, además, se priorizaron aquellos corredores potenciales ubicados en o cerca de los cauces de ríos y arroyos.

Durante el proceso de selección de los principales corredores potenciales se buscó que todos los fragmentos de hábitat se mantuvieran conectados, que existieran diferentes puntos o zonas de conexión entre la RBMA y el municipio y que existieran zonas potenciales para conectar con las regiones norte, sur y este del municipio. Asimismo, para la priorización de los corredores se buscó evitar la redundancia y se priorizaron aquéllos que dentro de la ruta potencial aún mantienen pequeños fragmentos de selva o vegetación secundaria que contribuyen a la permeabilidad del paisaje.

El resultado de la priorización de corredores potenciales resultó en la identificación de las zonas más relevantes para dirigir esfuerzos de conservación y restauración ecológica para promover un paisaje ecológicamente conectado. La priorización se muestra en las figuras 13 y 14.

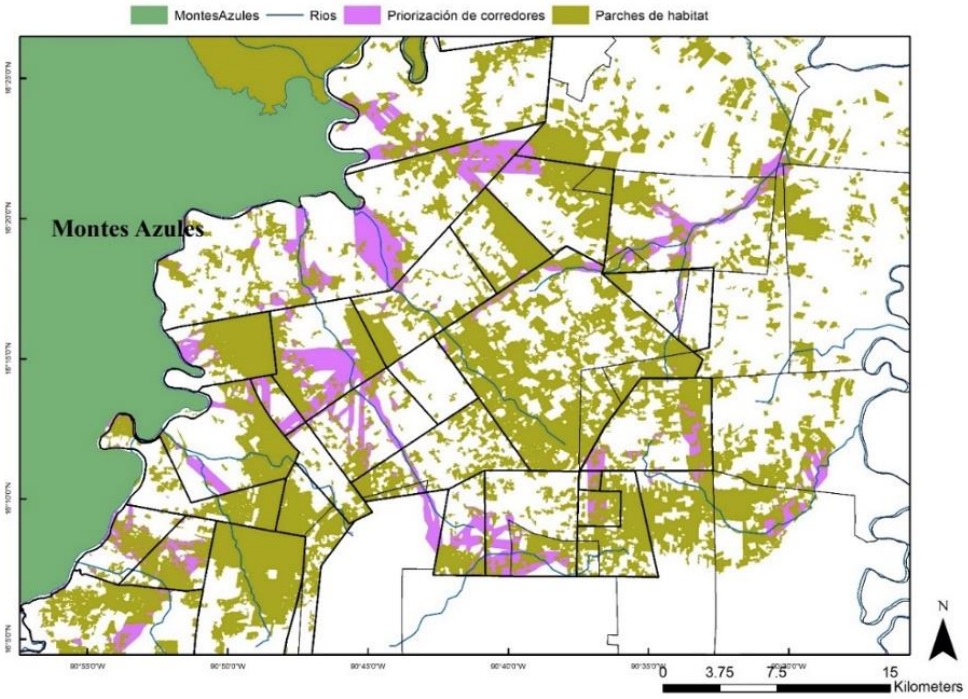


Figura 13. Mapa con la priorización de los corredores potenciales en Marqués de Comillas.

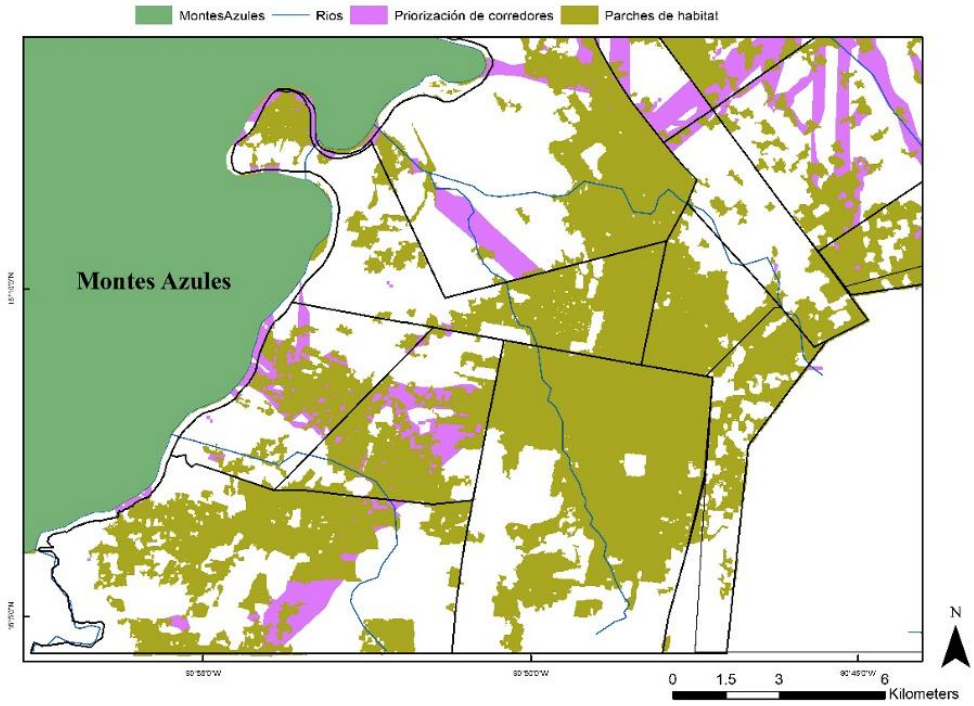


Figura 14. Mapa con la priorización de los corredores potenciales en la zona acotada por los ejidos con mayor influencia de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

III. Identificar la tenencia de la tierra de los terrenos que conforman los fragmentos de selva y conectores.

Una vez identificados los fragmentos y conectores prioritarios en el paisaje, se determinó la tenencia de la tierra de los terrenos que conforman tanto los fragmentos de hábitat (Figura 15), como los corredores potenciales (Figura 16) en la zona acotada por los ejidos con mayor influencia de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Esta información fue obtenida del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (Procede) y fue modificada y actualizada con información de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

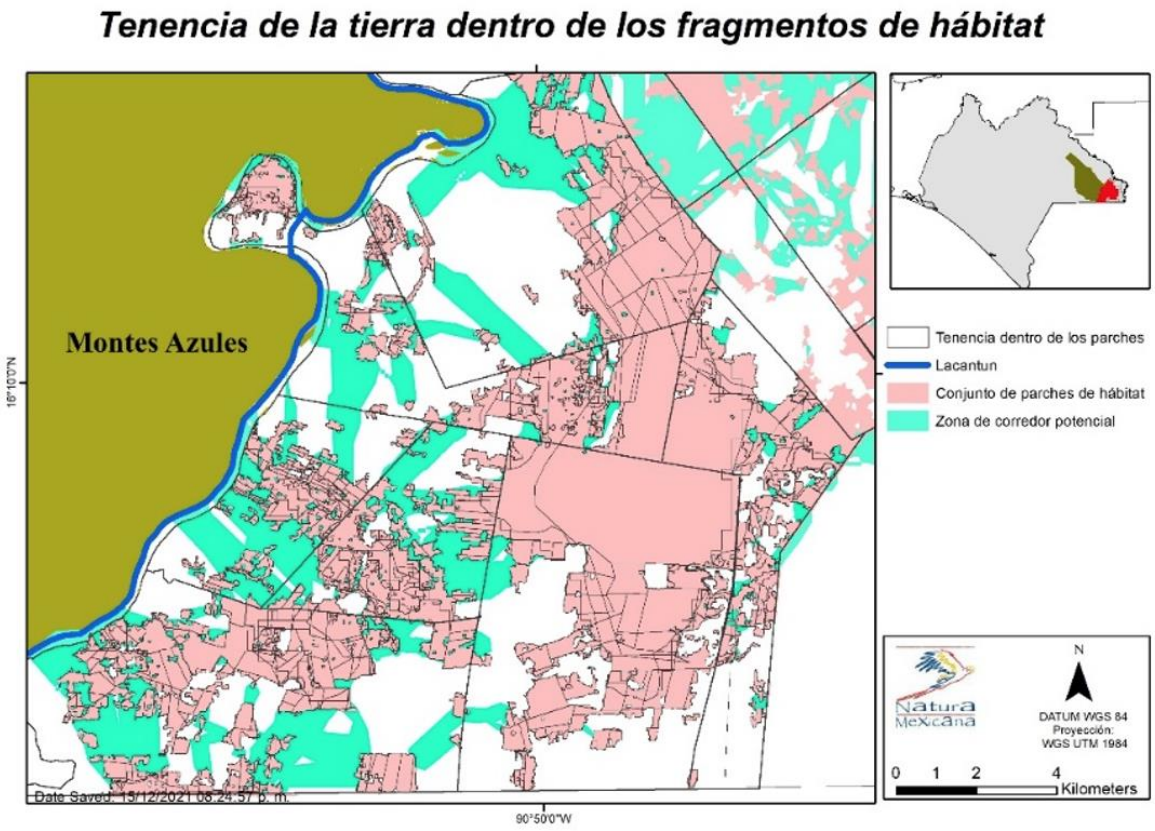


Figura 15. Mapa de la zona acotada con la sobreposición de la información de la tenencia de tierra con los fragmentos de hábitat.

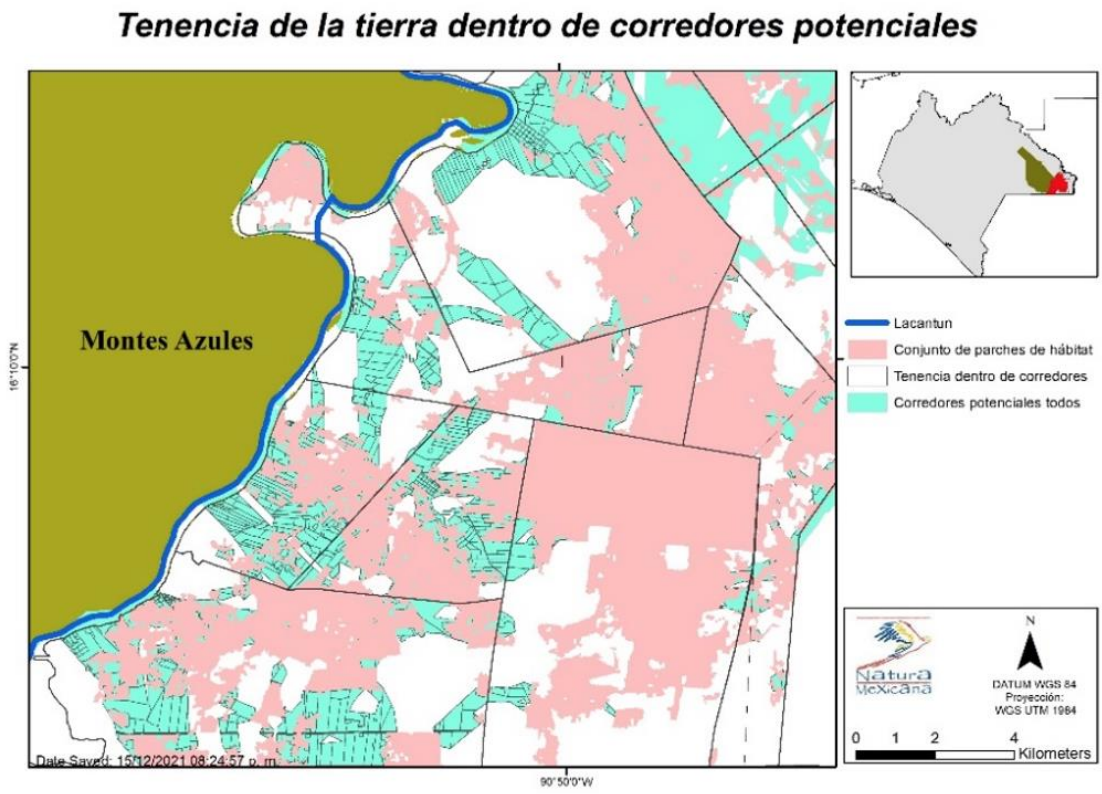


Figura 16. Mapa de la zona acotada con la sobreposición de la información de la tenencia de tierra con los corredores potenciales.

IV. Identificar si los fragmentos de selva cuentan con algún instrumento de conservación.

A continuación se presentan los instrumentos de conservación con los que cuentan los fragmentos de selva en la región, así como los de restauración para recuperar cobertura forestal y contribuir a la conectividad.

Pago por Servicios Ambientales

El programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) es un programa que otorga una compensación económica a los dueños de predios que inscriben sus tierras con vegetación natural conservada y firman un convenio de cinco años con la Comisión Nacional Forestal (Conafor). Durante este periodo el dueño se compromete a mantener conservada su selva y a realizar algunas actividades de conservación y capacitación.

Natura y Ecosistemas Mexicanos ha implementado la asesoría técnica del programa PSA desde 2007, comenzando con la inscripción de cuatro ejidos, y continúa en la actualidad con la asesoría de 12 ejidos en Marqués de Comillas. Desde el inicio de su implementación hasta la fecha, en los ejidos asesorados se han conservado hasta 14,894.32 hectáreas de selva y se ha generado una derrama económica de $151,533,.82.35 que beneficia a aproximadamente 650 familias. Sin embargo, los montos y apoyos provenientes del programa cada vez se han reducido más.

La creciente disminución de los apoyos del PSA pone en riesgo diversos remanentes que hasta hoy se han logrado mantener conservados y que son parte de los fragmentos de hábitat en el municipio. Esto coloca a varias áreas y sitios estratégicos en una situación de alta vulnerabilidad al cambio de uso de suelo debido a la nula retribución económica que los dueños perciben de conservar sus tierras.

En la figura 17 se muestra la superficie que actualmente se encuentra inscrita en PSA en los ejidos asesorados por Natura y Ecosistemas Mexicanos (superficie protegida a través de los cinco contratos que se encuentran actualmente vigentes).

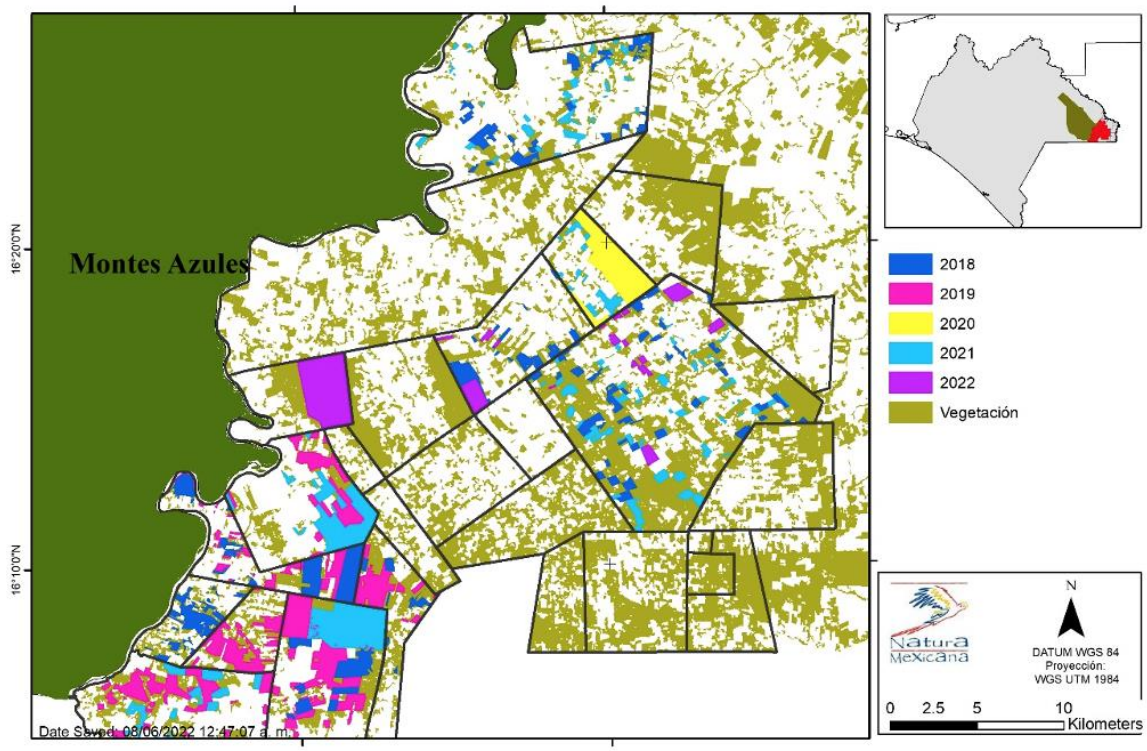


Figura 17. Superficie actualmente protegida por PSA a través de los contratos vigentes en los ejidos de Marqués de Comillas que son asesorados por Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Cobertura forestal protegida por las empresas sociales ecoturísticas

Otro de los instrumentos de conservación que se han impulsado en la región es la creación de empresas sociales ecoturísticas cuyos socios son los dueños de las tierras que están comprometidas y ligadas al funcionamiento de las mismas. Dicha iniciativa ha sido posible gracias a la asesoría, apoyo económico e impulso que Natura y Ecosistemas Mexicanos ha dado en los ejidos de la región acotada. Existen cinco empresas en la actualidad: la Unidad de Manejo de Vida Silvestre “La Casa del Morpho” en el ejido de Playón de la Gloria, el Hotel “Canto de la Selva” en Galacia, el “Campamento Tamandúa” en Flor del Marqués, el restaurante “Bellavista” en Adolfo López Mateos y el centro de turismo de aventura “Selvaje” en El Pirú.

La superficie que se mantiene comprometida y protegida a través de las empresas es alrededor de 4,898 ha. y, en general, es una superficie que se encuentra también protegida y apoyada por

el PSA. Sin embargo, dada la situación de disminución de recursos económicos que presenta el PSA, el papel que juegan las empresas es crucial, pues generan un candado de protección y conservación a los remanentes con selva que de otra forma correrían mucho riesgo de ser transformados a otro tipo de uso de suelo. Estas empresas a su vez generan empleo e ingresos complementarios a las familias de los dueños y, por lo tanto, contribuyen al alivio económico de la región.

En la figura 18 se muestra la sobreposición de las superficies apoyadas por el PSA y las superficies protegidas a través de las empresas sociales ecoturísticas de la zona acotada dentro de Marqués de Comillas. Cabe mencionar que otros dos ejidos del municipio cuentan con proyectos de turismo que Natura y Ecosistemas Mexicanos no asesora: el ejido La Victoria, con un proyecto que consiste en la visita a pozas y recibe mucha gente local y el ejido Reforma Agraria, que tiene un hotel llamado “Las Guacamayas” que consiste en un hotel con servicio de comida y paseos en la selva.



Figura 18. Superficies comprometidas en las empresas sociales de ecoturismo de 5 ejidos de Marqués de Comillas.

Cobertura forestal protegida por la venta de bonos de carbono

Recientemente se implementó por primera vez (dentro de los ejidos asesorados por Natura y Ecosistemas Mexicanos) el levantamiento de la línea base (muestreo en sitios aleatorios para la medición del carbono actual capturado en la vegetación) en el ejido de El Pirú, para dar comienzo al proyecto de certificados de reducción de emisiones y venta de bonos de carbono.

La venta de bonos de carbono puede representar un instrumento de compensación económica importante para asegurar el freno de la deforestación en áreas conservadas, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mantener los sumideros de carbono y

conservar la biodiversidad de un sitio. Este proyecto compromete al ejido a no realizar ninguna tumba o cambio de uso de suelo de las zonas con vegetación natural en un periodo de 30 años. En caso de no cumplirse, o de sobrepasarse en la tumba en más de un 5% de la extensión total, el ejido está comprometido a compensar las emisiones de carbono perdidas a través de acciones de restauración y recuperación de los ecosistemas.

El ejido de El Pirú comenzó con los estudios necesarios de cálculo de captura de carbono de su selva para evaluar su participación en dicho proyecto y comprometer la conservación de 2,500 ha de selva (mismas que son las comprometidas en el proyecto de Selvaje y que continuamente se inscriben en PSA). De esta forma, este instrumento coloca un tercer "candado" a la protección de la superficie del ejido y se suma como una compensación económica que reciben los dueños (Figura 19).

Se espera que la participación de El Pirú en el proyecto de venta de bonos de carbono impulse la participación de más ejidos en la región en un futuro.

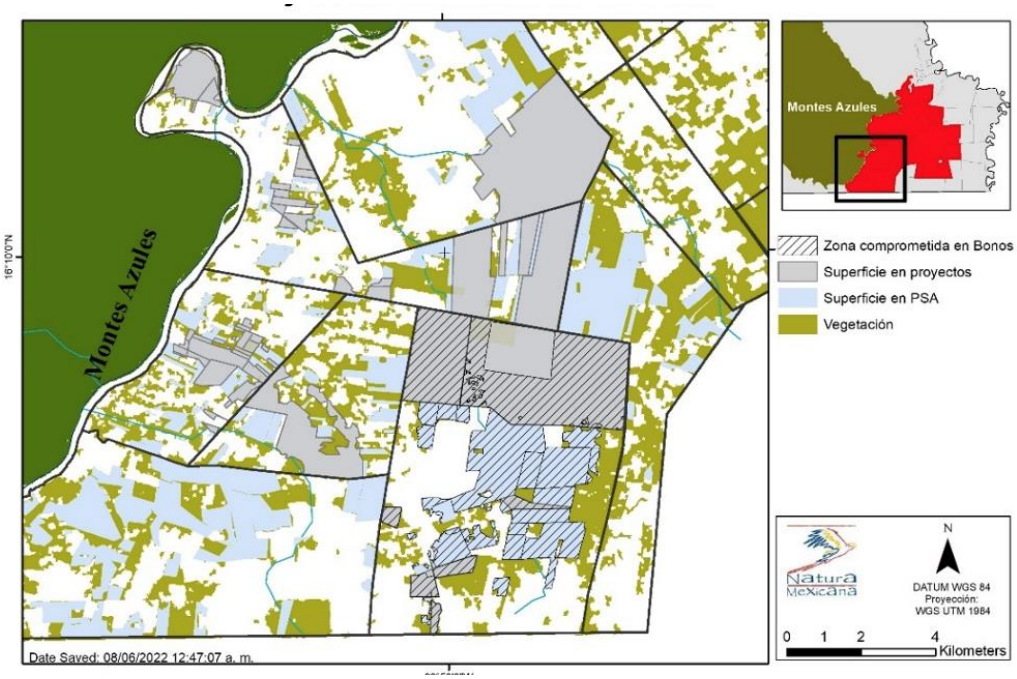


Figura 19. Superficie protegida mediante la venta de bonos de carbono.

Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son una figura de conservación en la cual, de manera voluntaria, los dueños de las tierras ejidales, comunales o particulares inscriben una superficie determinada a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) y se comprometen a mantenerla conservada por un periodo de al menos 15 años. Estas áreas generalmente se caracterizan por brindar servicios ecosistémicos de alto valor para los dueños y, por lo tanto, existe un interés común en formalizar su protección. Uno de los grandes problemas de esta figura es que la inscripción y formalización de ADVC no retribuye de manera tangible a los dueños de las tierras. Es decir, no existe una compensación económica, social o de reconocimiento que pueda impulsar sinergias con otros instrumentos. No obstante, es posible que esto pueda cambiar en un futuro y que el reconocimiento de ADVC

brinde beneficios que impulsen la creación de más sitios para proteger debido a su alto valor ecosistémico.

Dentro de los ejidos con los que trabaja Natura y Ecosistemas Mexicanos, existe en proceso la formalización de una ADVC llamada "Ojo de Agua" en el ejido de Galacia de 10 hectáreas. Es importante poder visualizar potenciales zonas donde se pueda impulsar la creación de más ADVC en otros ejidos en un contexto de fomento de la conectividad ecológica.

Restauración ecológica (enfocada principalmente en riberas de ríos y arroyos)

El sistema hídrico de Marqués de Comillas, compuesto por la presencia de ríos perennes y estacionales, por arroyos de diferente tamaño y cauce y de humedales, consiste en uno de los elementos del paisaje más relevantes para el mantenimiento de un ecosistema conectado, saludable y resiliente.

Debido al papel que cumplen los ríos y arroyos como corredores ecológicos naturales que mantienen el paisaje conectado, a los servicios directos que proveen a los pobladores locales, a la degradación que presentan en algunos sitios y que consecuentemente genera fuertes impactos negativos en los sistemas socioambientales, la implementación de acciones de protección, conservación y reversión de la degradación de estos elementos representa una prioridad para atender.

Natura y Ecosistemas Mexicanos tiene años de experiencia en investigación e implementación de restauraciones ecológicas en la región y particularmente se ha enfocado en la restauración ecológica de riberas de ríos y arroyos.

La restauración ecológica es una actividad humana intencional que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema respecto a su salud, integridad y sustentabilidad. Muchas veces, el objetivo de la restauración es promover el restablecimiento de las condiciones originales del ecosistema, o bien, regresarlo a un estado anterior a la alteración, con el fin de recuperar los servicios ecosistémicos que dichas áreas proveen.

V. Determinar posibles instrumentos de conservación que resulten adecuados por su viabilidad económica, social y ambiental para los fragmentos de selva que no cuenten con instrumentos de conservación previos.

Además de los instrumentos y actividades previamente mencionados, existen otras alternativas productivas sustentables y acciones de recuperación que, poniéndolas en práctica y de forma integrada y conjunta, contribuyen a la posibilidad de planear un territorio sustentable que tenga como base la protección de los recursos naturales y del ecosistema, al tiempo que se asegura la obtención del ingreso económico necesario para que toda la población del municipio salga de la línea de pobreza.

Reconocimiento de zonas federales

El reconocimiento de zonas federales en riberas de ríos y arroyos en sitios de alta relevancia dentro del territorio de Marqués de Comillas puede promover la generación e implementación de recursos o incentivos económicos y/o productivos por parte del gobierno en un futuro. La

viabilidad de reconocer los sitios como zonas federales depende del compromiso que tienen los ejidos por mantener conservadas las superficies que son susceptibles a reconocerse bajo esta figura.

El reconocimiento de áreas de protección federal está a cargo de la Semarnat a través de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable -que aplica a la vegetación ribereña porque forma parte de los sistemas hidrológicos-forestales- misma que define estos sistemas como los ecosistemas que deben permanecer sanos y conservados.

Lo anterior faculta a la Comisión Nacional Forestal para participar en la definición de mecanismos de compensación por los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas forestales.

Sistema agroforestal (SAF)

Consiste en una forma de manejo y uso de suelo en la que se aumenta el rendimiento del suelo a través de la combinación de cultivos arbóreos y otros cultivos. Se deben cumplir tres condiciones: 1) que existan al menos dos especies de plantas, 2) que al menos una de ellas sea una especie leñosa perenne y 3) que al menos una de ellas sea una planta manejada con fines agrícolas (incluyendo pastos).

Existen diversas variaciones de los sistemas agroforestales, como por ejemplo aquel que incluye la presencia de ganado dentro de un sistema que ya incorpora la presencia de especies forestales y de cultivos en una misma superficie, en cuyo caso se vuelve un sistema agrosilvopastoril. De cualquier manera, las diferentes variantes de los sistemas relacionados con la producción alternativa agrícola comparten el mismo objetivo y la lógica y en la presente propuesta de planeación territorial se utiliza como una alternativa productiva general que deriva de actividades de restauración productiva y que permiten el aumento de la frontera forestal y el aumento de la permeabilidad de la matriz dentro del territorio de Marqués de Comillas, al tiempo que genera ganancias económicas a partir de su productividad.

Plantaciones forestales

Una plantación forestal se refiere al establecimiento y manejo de una o más especies forestales con fines de aprovechamiento. Consiste en una actividad productiva económica y se implementan para obtener una mayor producción de una especie forestal de interés particular. Son sistemas particularmente eficientes para obtener una alta productividad, una uniformidad en los productos y para la obtención de materias primas de bajo costo y alta calidad. Para la presente propuesta de planeación territorial se considera que para que el establecimiento de plantaciones forestales sea redituable en un contexto como el de Marqués de Comillas, se deben establecer superficies de al menos 10 o 20 ha por unidad familiar. De lo contrario, puede consistir en una actividad que no genera ganancias a la población local.

Además, para la propuesta de estrategia territorial se le busca incluir las principales actividades económicas que se implementan actualmente en el territorio (agricultura y ganadería) incorporando prácticas sustentables para que no contribuyan a la degradación del ecosistema; que promuevan una recuperación y mantenimiento de las condiciones del suelo y que sí representan una importante fuente de ingreso familiar en todo el municipio:

Ganadería sustentable

La ganadería sustentable consiste en una alternativa productiva para la conservación en donde se busca aumentar la productividad, rentabilidad y resiliencia de los sistemas ganaderos, al tiempo que se buscan detonar procesos para la recuperación de la fertilidad de los suelos y la restauración de los ciclos de nutrientes, de energía y de agua (Eccardi y Suárez 2021). La ganadería sustentable puede abarcar diversas estrategias de manejo y entre ellas se encuentran los sistemas agrosilvopastoriles (SASP) (mencionados previamente) y los sistemas silvopastoriles (SSP) (Halffter-Salas 2021). Los primeros implican la asociación de especies forestales perennes, de cultivos y de ganado en una misma superficie. Los segundos únicamente involucran la presencia de especies maderables o frutales y de ganado en un mismo sitio.

Los beneficios que se obtienen de los SASP o SSP derivan de la implementación de policultivos agrícolas, del aprovechamiento forestal de las especies leñosas o frutales y del manejo del ganado. Se ha demostrado que las prácticas de ganadería sustentable generan mayor rentabilidad financiera que cualquiera de las modalidades de pastoreo tradicional.

Agricultura regenerativa

La agricultura regenerativa es un método de reconversión productiva a partir del cual se busca regenerar las características y condiciones del suelo para mantener su productividad por periodos más largos y así disminuir la presión sobre el cambio de uso de suelo y la ampliación de la frontera agrícola. El objetivo de la agricultura regenerativa es la de mantener una producción de alimentos al tiempo que se favorece la biodiversidad y se restauran las condiciones ambientales.

Las prácticas que se llevan a cabo para la implementación de sistemas con agricultura regenerativa se enfocan en mejorar las condiciones del suelo a partir del mejoramiento del contenido de la materia orgánica, del fortalecimiento de los ciclos biogeoquímicos y del mejoramiento de las capacidades y resistencia del suelo a la presencia de agentes patógenos (Lal 2020, Breña Naranjo 2021).

Prácticas de manejo y sustentables para las plantaciones de palma

A pesar de que los cultivos de la palma de aceite o la palma africana (*Elaeis guineensis*) representa una de las mayores amenazas para la pérdida de biodiversidad y de cobertura forestal en el mundo, particularmente en los bosques tropicales de Asia, en los últimos años se han analizado y buscado las diferentes prácticas de manejo de dichos cultivos con el fin de disminuir los impactos negativos ya que, al ser un producto tan comercializado y consumido en todo el mundo, la reducción de su producción no parece ser una alternativa viable para efectos de corto plazo. En ese sentido, existen algunas iniciativas para certificar a empresas palmeras que realizan prácticas sustentables en sus cultivos de palma. Entre algunas de las asociaciones involucradas en esta iniciativa se encuentran el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés). Entre las prácticas sustentables que se reconocen se encuentran el uso eficiente del agua, la reducción de uso de agroquímicos, el mejoramiento de las condiciones del suelo, el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos que ofrece la biodiversidad local (por ejemplo, el control de plagas), el establecimiento de cercos vivos y el mantenimiento de superficies con cobertura forestal.

VI. Elaborar un mapa de los fragmentos de selva y los conectores propuestos, con capas que incluyan tenencia de la tierra, los instrumentos de gestión existentes y potenciales.

Tomando como base los resultados obtenidos con el análisis de conectividad y la resultante identificación de corredores potenciales y fragmentos de hábitat para diferentes especies, se llevó a cabo una propuesta territorial para el municipio de Marqués de Comillas. Esto se realizó identificando los instrumentos de conservación que actualmente se implementan en la región, así como los potenciales instrumentos de conservación que, dadas las características socio-ecológicas del sitio o ejido, pueden ser aplicadas en un futuro.

Una vez identificados los instrumentos y las actividades productivas que son compatibles con las características de la región, que se alinean a las necesidades de desarrollo y económicas de la población y que representan oportunidades de crecimiento y desarrollo para las comunidades en general, se analizó la potencial aplicación en cada uno de los ejidos. Para llevar a cabo lo anterior, se realizó una regionalización de los ejidos que conforman Marqués de Comillas, ya que éste es un municipio grande y con una alta heterogeneidad en las condiciones sociales y ambientales y, por lo tanto, las posibilidades de aplicación de los diversos instrumentos de conservación y alternativas productivas varían dependiendo de las particularidades de cada ejido.

Regionalización de Marqués de Comillas

La regionalización de Marqués de Comillas resultó en la identificación de cuatro grupos de ejidos (Figura 20). Ésta se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios: 1) la superficie de selva que mantiene conservada cada ejido, 2) la superficie del ejido que es destinada a actividades agropecuarias, 3) el acceso que se tiene al ejido a partir de caminos transitables a lo largo de todo el año y 4) el nivel de cohesión social. Los criterios evaluados para generar los grupos se consultaron a partir de los productos que se han generado en años previos sobre la interpretación y clasificación de uso de suelo para el municipio, así como la información disponible del INEGI (para identificar los caminos pavimentados) y la experiencia que Natura y Ecosistemas Mexicanos tiene en la región (nivel de cohesión social). Dichos criterios permiten evaluar la factibilidad y viabilidad de implementar un instrumento de conservación determinado, ya que existen actividades, como la implementación de un proyecto ecoturístico, que requieren necesariamente de un acceso transitable al ejido y que, además, presente una extensión de selva o un elemento de atracción turística que haga redituable dicha actividad.

La regionalización de Marqués de Comillas permitió identificar, por bloques, la combinación de los diversos instrumentos de conservación que pueden ser aplicados, así como las diferentes actividades productivas y de recuperación de los ecosistemas que se podrían implementar de acuerdo con las características generales socioambientales de los ejidos.

Así, la propuesta territorial generada a partir de este análisis integra la información obtenida del uso que la fauna puede hacer dentro del paisaje como base para guiar futuros esfuerzos de planeación territorial (a través de los corredores potenciales) y la información sobre la viabilidad de la aplicación de diversas alternativas de acuerdo con las características sociales y ambientales de la zona.

Los grupos de ejidos resultantes de la regionalización de Marqués de Comillas se presentan a continuación.

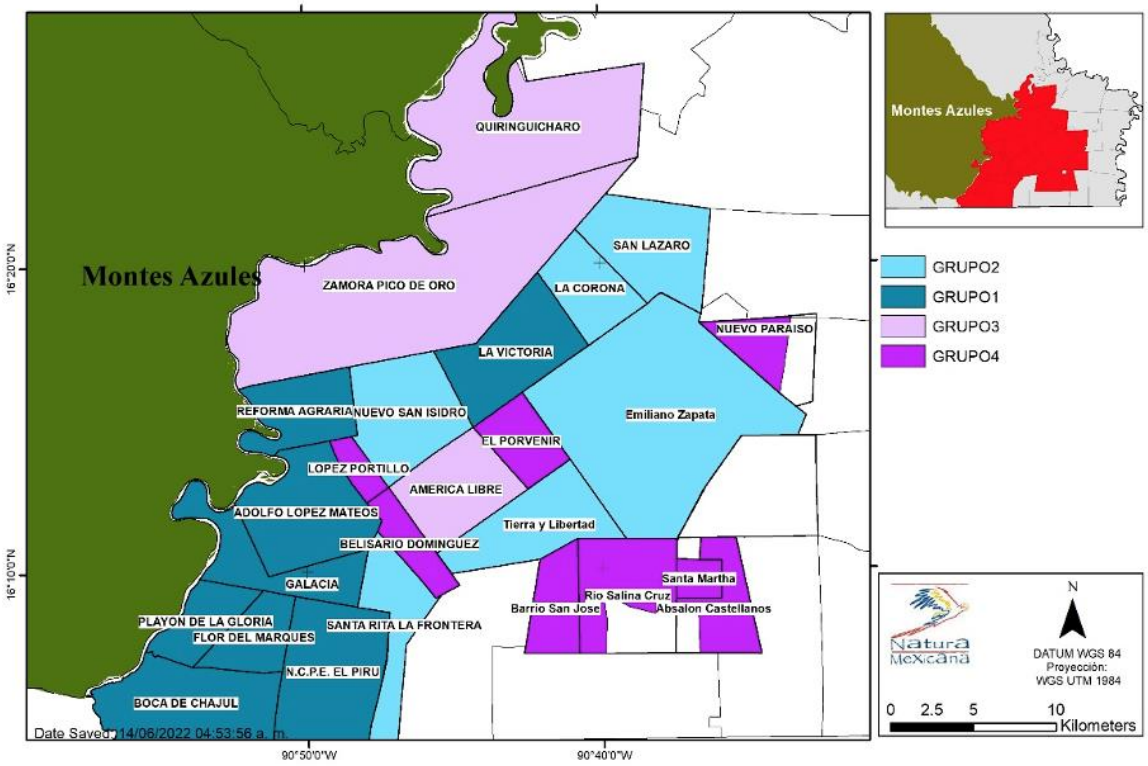


Figura 20. Mapa con los diferentes grupos de ejidos resultante de la regionalización del municipio.

Grupo 1: es el grupo que contiene los ejidos que conservan la mayor cantidad de selva (más de la mitad de su superficie está cubierta por selva). Además, todos cuentan con un sistema de caminos y carreteras transitables y presentan un nivel de cohesión social de medio a alto.

Los ejidos que conforman este grupo son:

- Reforma Agraria
- El Pirú
- Boca de Chajul
- Galacia
- Flor de Marqués
- López Mateos
- Playón de la Gloria
- La Victoria

En conjunto, estos ejidos conservan casi un tercio de la selva remanente del municipio en buen estado (aproximadamente 12,200 hectáreas) y tienen cerca de 10,200 hectáreas agropecuarias.

Grupo 2: los ejidos que conforman este grupo conservan aún una gran parte de su territorio (aproximadamente 44% de su superficie). Mantienen en conjunto 12,800 ha de selva. No obstante, estos ejidos no cuentan con caminos pavimentados y se encuentran remotos a las carreteras principales, por lo cual, el acceso a ellos es limitado, particularmente en ciertas temporadas del año. Los ejidos que conforman este grupo son:

- Emiliano Zapata

- San Lázaro
- San Isidro
- La Corona
- Tierra y Libertad
- Santa Rita

Grupo 3: los ejidos que conforman este grupo se caracterizan porque la mayor parte de su territorio está dedicado a actividades agropecuarias (contienen el 46% de la superficie agropecuaria del municipio). Además, tienen poca superficie con selva conservada y ésta se encuentra con altos niveles de fragmentación. En conjunto conservan 5,000 ha de selva y tienen aproximadamente 15,400 ha de superficie destinada a actividades agropecuarias.

Los ejidos que conforman este grupo son:

- Zamora Pico de Oro
- Quiringüicharo
- América Libre

Grupo 4: este grupo está conformado por los ejidos más pequeños del municipio. Éstos prácticamente no tienen superficie con selva conservada y su principal actividad productiva es la agropecuaria. En general, consisten en ejidos que se encuentran aislados. Incluso la información estadística de estos territorios es escasa o nula. Los ejidos que conforman este grupo son:

- Río Salinas
- Absalón Castellanos
- Barrio San José
- Santa Martha El Caracol
- Nuevo Paraíso
- Belisario Domínguez
- José López Portillo
- El Porvenir

Instrumentos de gestión existentes y potenciales que promuevan la conectividad del paisaje

A continuación, se analiza la aplicación de los instrumentos de conservación actuales y potenciales, así como las actividades de recuperación y productivas que se plantean en la propuesta territorial.

Instrumentos de conservación

Como se menciona previamente, los instrumentos que se plantean para la región de Marqués de Comillas son: la aplicación de programa de Pago por Servicios Ambientales, la conservación de superficie con selva a partir del funcionamiento de una empresa social que genere ganancias económicas, la aplicación de proyectos de venta de bonos de captura de carbono y el

reconocimiento de áreas importantes para la conservación (ADVC) (Figura 21). Sin embargo, la propuesta para aplicar uno o más instrumentos depende de las condiciones socioambientales de cada grupo de ejidos, así como de las condiciones preexistentes a esta propuesta (si existe o no una alternativa de desarrollo en el ejido).

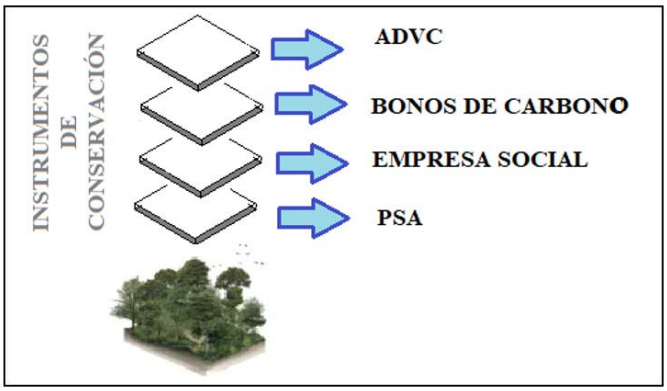


Figura 21. Esquema que muestra los instrumentos de conservación actuales y potenciales para las zonas conservadas del municipio de Marqués de Comillas.

Además de los instrumentos de conservación planteados para el mantenimiento de las superficies con selva, también se propone la implementación de instrumentos de conservación específicos para las zonas riparias. A diferencia de los instrumentos mencionados previamente, actualmente en la región de Marqués de Comillas no existe ningún instrumento que aplique específicamente para la conservación de los ecosistemas riparios, ni para el mantenimiento y estabilidad del sistema hídrico. Por esta razón, como parte de la línea de conservación de la propuesta territorial, también se plantea la aplicación del programa de pago por servicios ambientales en la modalidad de servicios hidrológicos (PSA-H) para la vegetación riparia que se mantiene conservada. Asimismo, aunado a la potencial aplicación del PSA-H, en la propuesta colocamos la posibilidad del reconocimiento de zonas de protección forestal en dichas zonas, de forma que derive en la compensación económica a los dueños por mantener en buen estado de conservación zonas de interés federal (Figura 22).

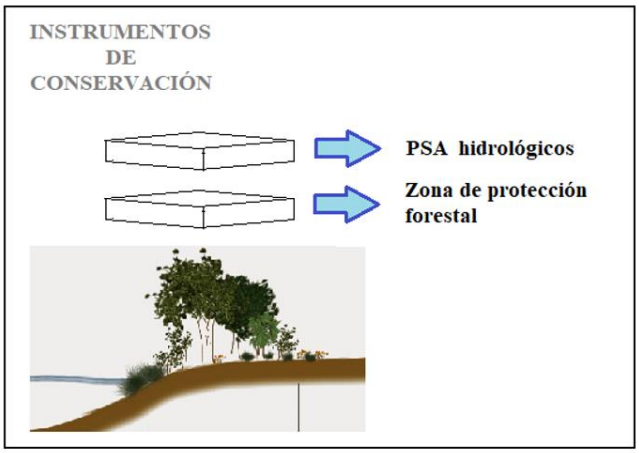


Figura 22. Esquema que muestra los instrumentos de conservación potenciales para las zonas riparias. Tomada y modificada de:

<https://ingenieriayrestauracionambiental.wordpress.com/2013/11/16/definicion-de-zona-riparia-o-de-ribera-de-rio-i/>.

Actividades para la regeneración y recuperación de los ecosistemas

De manera general, las actividades de regeneración y recuperación del ecosistema consisten en actividades de restauración. La restauración ecológica, entendida como aquélla que busca recuperar algunas de las funciones ecológicas que se tenían previo al evento de disturbio, se propone para implementar en todas las riberas de ríos y arroyos de Marqués de Comillas en franjas de al menos 5m en ambos lados del arroyo, así como para regenerar los claros antropogénicos que se encuentran dentro de los fragmentos de hábitat y que representan sitios detonantes de procesos de deforestación y de procesos relacionados con los efectos de borde.

La viabilidad de la implementación de estos esfuerzos de restauración depende de la existencia de incentivos y/o compensaciones económicas a los dueños de las tierras, ya que la restauración ecológica per se no deriva en ganancias productivas y tangibles. Por lo tanto, en la actualidad no entra dentro de la cartera de posibilidades de actividades productivas para los pobladores.

Por otra parte, dentro de la propuesta territorial se considera el establecimiento de sistemas agroforestales, incorporando los sistemas silvoagropastoriles, tanto para las zonas que conforman los corredores potenciales identificados como para las riberas de ríos y arroyos (específicamente sistemas agroforestales). Cabe mencionar que la combinación de las especies de los sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles que pueden ser implementadas debe ser diseñada específicamente para el ecosistema de selva. De lo contrario, se pueden promover sitios de conflicto con la fauna silvestre, ya sea por la presencia de ganado o por la presencia de productos frutales o de cultivo que resultan atractivos para la fauna de la región (principalmente aves y mamíferos). El objetivo de la propuesta de este tipo de sistemas, ubicados en los corredores potenciales es promover un paisaje más permeable al movimiento de la fauna de la zona y, con la implementación de sistemas agroforestales en las riberas de los ríos y arroyos, generar una zona de amortiguamiento y como alternativa productiva que genere ganancias económicas a los dueños de las tierras en un mediano plazo (Figura 23).

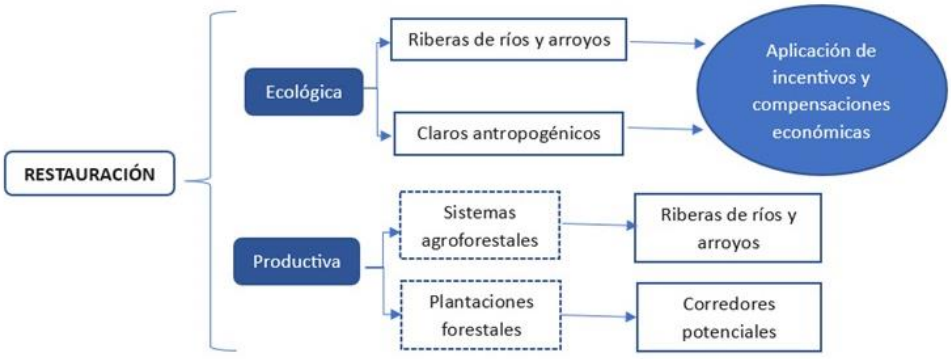
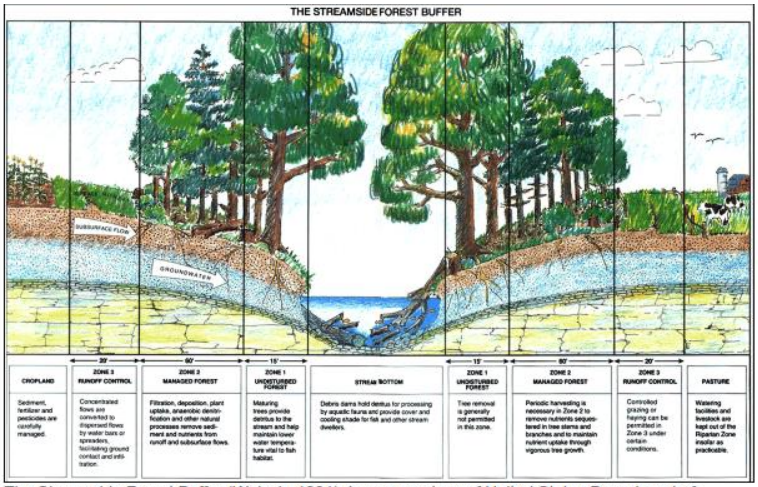


Figura 23. Esquema en el que se muestran las actividades de restauración planteadas para la recuperación y regeneración de los ecosistemas.

La propuesta específica para estos sitios consiste en el establecimiento de al menos 20 m de un sistema agroforestal con especies maderables y productivas que se ubiquen después de la franja de al menos 5 m de vegetación nativa riparia. El objetivo del establecimiento de dichos

sistemas es contribuir a la estructuración de zonas riparias que tengan las condiciones necesarias para proveer los servicios ecosistémicos mínimos para mantener el sistema acuífero sano y estable, así como para mantener y conservar los ecosistemas riparios (Figura 24).



The Streamside Forest Buffer (Welsch, 1991). Image courtesy of United States Department of Agriculture Forestry Service.

Figura 24. Propuesta de un sistema de amortiguamiento del bosque ripario (RFBS por sus siglas en inglés) (Welsch 1991). El diseño se basa en el establecimiento de 3 zonas. Zona 1: 5 m. Especies nativas. Control de sombra y de temperatura de la corriente, previene erosión y provee de materia y energía. Zona 2: 20 m. Especies nativas y maderables. Filtración de nutrientes, disminuye el flujo, mantiene la filtración y estabilidad de los suelos. Zona 3: De al menos 6 m. Herbácea. Filtrador de sedimentos y uniformiza los flujos.

Prácticas sustentables para las actividades agropecuarias

Debido a que el ingreso principal de la población de Marqués de Comillas depende de las actividades agropecuarias que se han establecido y desarrollado en la región, la propuesta para el territorio en torno a toda la superficie que actualmente se destina a ese propósito consiste en la reconversión productiva a sistemas agroforestales y plantaciones forestales en algunos de los sitios, así como hacia la ganadería sustentable (como los sistemas agrosilvopastoriles) y la agricultura regenerativa. Para el caso de los cultivos de palma de aceite únicamente se propone la implementación de prácticas de manejo que promuevan la disminución de los impactos negativos sobre el ecosistema y que promuevan la conservación de la biodiversidad (Figura 25).

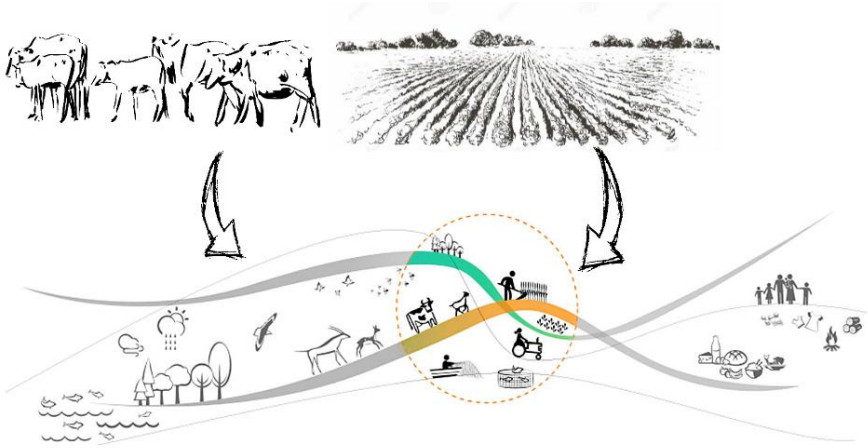
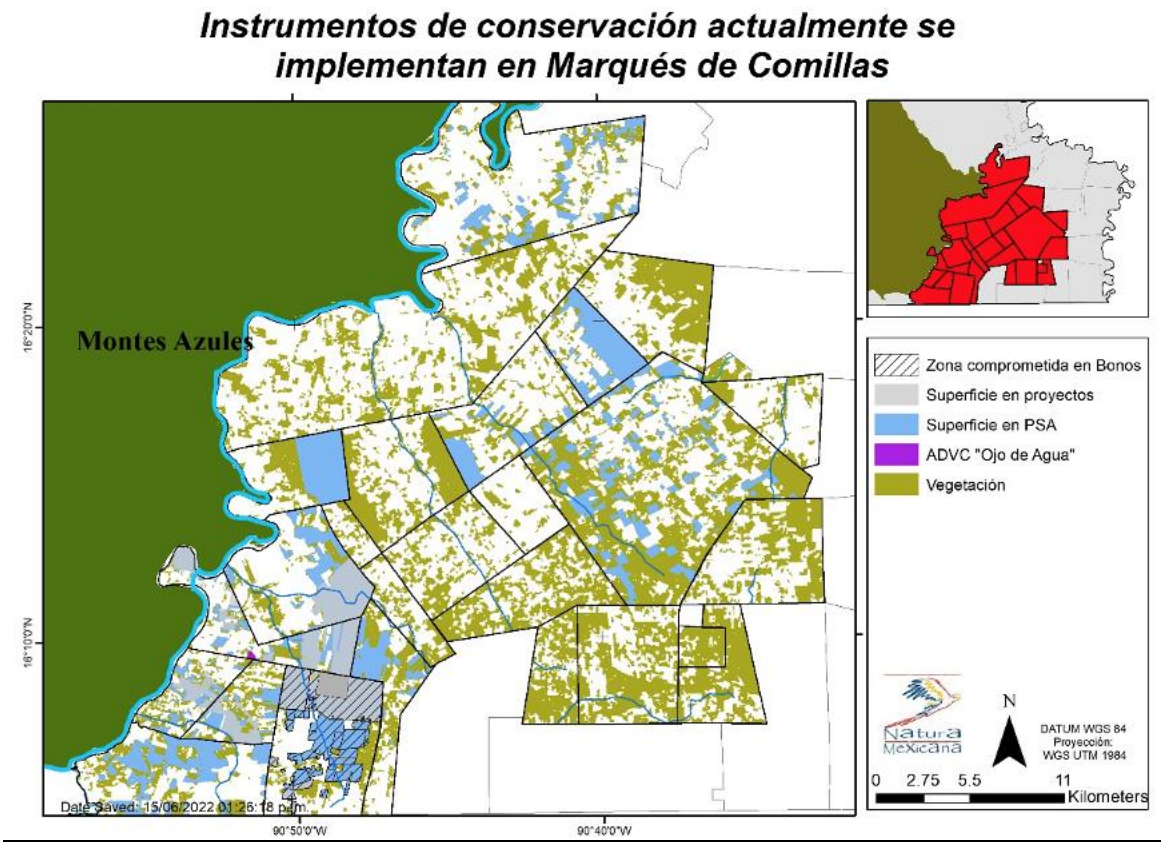


Figura 25. Esquema que muestra el objetivo de la transición de los sistemas agropecuarios a ganadería sustentable y agricultura regenerativa. Imagen obtenida y modificada de http://janus.bio/2019/10/29/el-modelo-de-agricultura-sostenible-que-propone-la-fao/

Propuesta de planeación territorial para promover la conectividad del paisaje en Marqués de Comillas

A continuación se presenta un mapa que contiene los fragmentos de selva en Marqués de Comillas, así como los instrumentos de gestión existentes y potenciales para una propuesta de planeación territorial integrada (Figura 26).



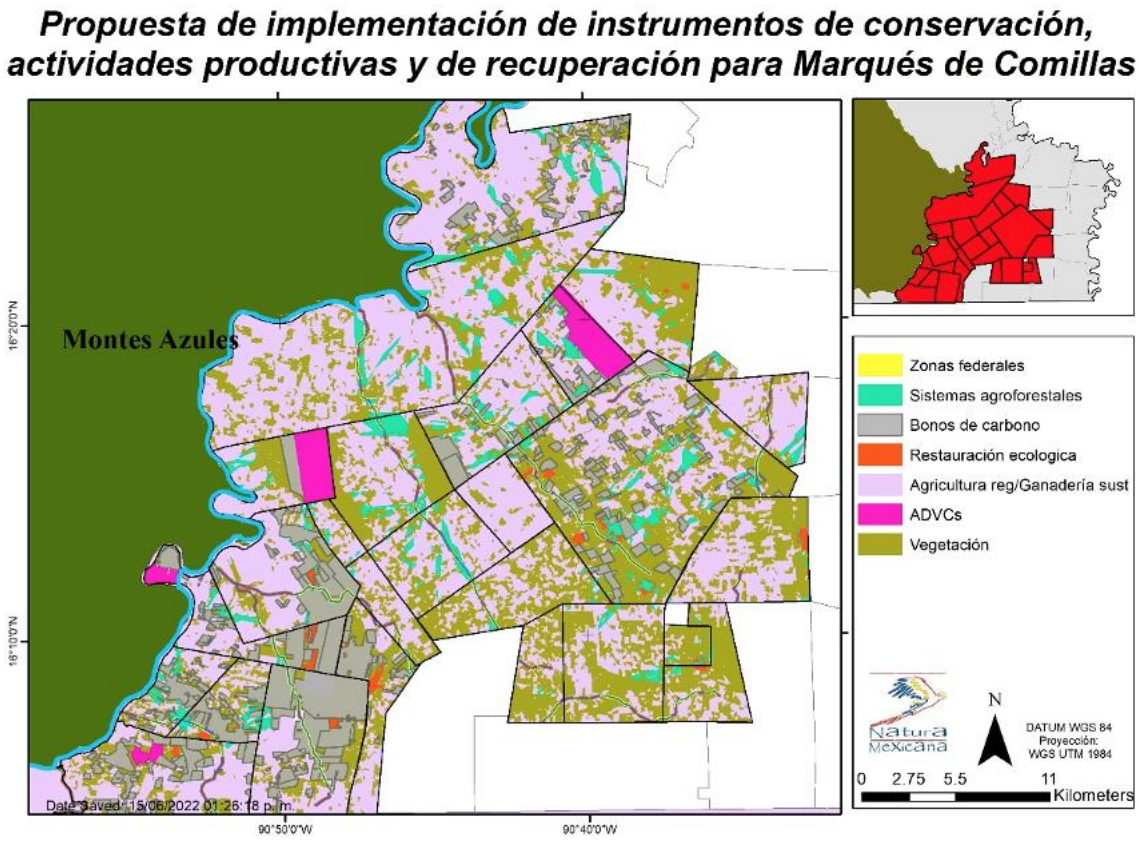


Figura 26. Mapas de la propuesta territorial integrada para el municipio. Arriba: los instrumentos de conservación que actualmente aplican. Abajo: instrumentos de conservación, actividades de recuperación de ecosistemas y actividades productivas potenciales.

Con el análisis de conectividad se logró identificar, de lo general a lo particular, corredores potenciales y fragmentos de hábitat para diferentes especies. La integración de dicha información con la tenencia de la tierra, los instrumentos de conservación existentes y los potenciales, permite contar con elementos para desarrollar una planeación de manejo territorial que asegure, por un lado, la dispersión y conexión de los organismos y, por el otro, la eficiencia y efectividad de los esfuerzos de conservación y restauración de los ecosistemas. En la acción 3.5 se presentará una propuesta para dicha planeación del municipio Marqués de Comillas.

Conclusiones

Uno de los fines principales de la generación de información relativa a la ubicación de potenciales corredores biológicos que mantengan conectado un paisaje, es proveer de herramientas para hacer una planeación de conservación y manejo territorial que asegure la dispersión y conexión de los organismos y la eficiencia y efectividad de los esfuerzos de protección, conservación y restauración de los ecosistemas.

En ese sentido, esta información sienta las bases para dar continuidad a un proceso de mejora continua que tenga como fin el fomento de un paisaje sustentable que asegure el mantenimiento y la conectividad entre los fragmentos de hábitat con la RBMA y entre sí. Con ello, podrá generarse la posibilidad de una estabilidad ecológica a las comunidades locales en un corto y mediano plazo.

Los análisis de conectividad brindaron información útil para la consolidación de una propuesta de desarrollo y planeación territorial del municipio de Marqués de Comillas, en donde se incorporó una perspectiva de planeación espacial de la conservación que asegure el mantenimiento de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos de la región, de forma que se consolide un paisaje resiliente a la degradación ambiental y a los efectos del cambio climático.

Acción 3.2 <u>Consolidar las empresas sociales ecoturísticas que conservan fragmentos de selva: Canto de la Selva en el ejido Galacia; Campamento Tamandua en el ejido Flor del Marqués; UMA para la Conservación de Mariposas La Casa del Morpho en el ejido Playón de la Gloria; Selvaje en el ejido El Pirú y Bellavista en el ejido López Mateos</u>

I. Regularización de las empresas bajo el régimen jurídico más conveniente para cada una.
II. Intensificación de la difusión en diversas plataformas digitales (páginas web, plataformas de turismo especializado y redes sociales), y el sistema de reservaciones en línea.
III. Evaluación de la calidad de la atención a visitantes.
IV. Seguimiento de la operación de las empresas sociales e identificación de las necesidades de reposición de equipo y mobiliario.
V. Certificación de procesos de mejora de calidad en el Campamento Tamandua, Centro Ecoturístico Selvaje y Restaurante Bellavista.
VI. Explorar el establecimiento de un mecanismo de coordinación entre las empresas sociales.

Indicador de progreso comprometido: 100%; Indicador de progreso alcanzado: 100%

Como se mencionó en la acción 3.1, una de las estrategias de conservación más importantes que implementa Natura Mexicana es la conservación de la selva mediante cinco empresas sociales ecoturísticas. La conservación de la selva está asentada como requisito y compromiso en los estatutos de cada una de las empresas, de forma que el éxito de éstas asegura la permanencia más de 4,000 ha de selva, que forman uno de los remanentes más importantes para la conectividad ecológica en Marqués de Comillas. Asimismo, otro de los principales objetivos de las empresas es incrementar el bienestar de los dueños de la selva mediante la generación de empleos e ingresos ligados a la conservación.

El Hotel Canto de la Selva del ejido Galacia es un lodge confortable con capacidad para 30 personas ubicado frente a la Reserva de la Biosfera Montes Azules. Es operado por la Sociedad de Producción Rural (SPR) “La Selva de Galacia”, conformada por 34 socios y genera 15 empleos. La empresa conserva 1,138 hectáreas de selva donde se realizan actividades como senderismo interpretativo, recorridos en lancha y en kayak, entre otros.

La Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “La Casa del Morpho” del ejido Playón de la Gloria cuenta con un laboratorio para reproducción de mariposas y un taller artesanal para elaborar artesanías con sus alas. Esta SPR está conformada por 22 socios y da empleo a 28 personas, principalmente a mujeres. La UMA conserva 254 ha de selva, de donde se obtiene la materia prima para la elaboración de las artesanías.

El Campamento Tamandua del ejido Flor del Marqués es un campamento muy cómodo con plataformas techadas, que tiene una capacidad para 40 personas y está dirigido a estudiantes o grupos interesados en actividades de aventura. La SPR está conformada por 19 socios y brinda empleo a 23 jóvenes de la comunidad. Esta empresa conserva 602 hectáreas de selva donde se realizan actividades de senderismo interpretativo y rappel.

El Centro Ecoturístico Selvaje del ejido El Pirú es un centro ecoturístico que ofrece actividades de aventura como: caminata en puentes sobre el dosel de la selva, nado en aguas termales, kayak en arroyo y ciclismo de montaña. Estas actividades permiten disfrutar y conocer la selva. La empresa está constituida en una Sociedad Cooperativa (SC) donde participa la mayoría del ejido (50 socios) y brinda empleo a 34 personas. A través de esta empresa se conservan aproximadamente 2,000 ha de selva.

El Restaurante Bellavista del ejido Adolfo López Mateos sirve platillos regionales en una terraza con una vista espectacular a la Reserva de la Biosfera Montes Azules. Cuenta con un museo de sitio y sala de reuniones. Está organizado en una Sociedad Cooperativa en la que participan 27 socios. Esta es la empresa más joven, inició operaciones en 2017, y su público principal es el local, aunque al estar en un sitio estratégico algunos turistas de paso visitan el restaurante. La SC conserva 908 ha de selva.

Estas cinco empresas trabajan de forma coordinada en una red ecoturística Vive la Lacandona para fortalecerse como un destino turístico, buscando así incrementar el número de visitantes y seguir mejorando la calidad de vida en las comunidades y beneficiando directamente a 169 familias. Durante los últimos años Natura y Ecosistemas Mexicanos (NEM) ha acompañado a la red turística en su consolidación; brindando asesoría a las empresas en la implementación de la estrategia de difusión, campañas publicitarias y comercialización; dando seguimiento a la evaluación de la calidad de atención a los visitantes; seguimiento al mantenimiento y equipamiento de instalaciones, a la regularización de aspectos legales y fiscales y capacitaciones especializadas para estandarizar la calidad en el servicio de las empresas.

I. Regularización de las empresas bajo el régimen jurídico más conveniente para cada una.

Regularización

Canto de la Selva

El hotel Canto de la Selva se ha mantenido con todos sus permisos y trámites en regla durante su operación en el periodo de este proyecto. Dado que a fines de 2020 el periodo de actuación de la directiva de La Selva de Galacia, Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada, que es dueña y operaria del hotel Canto de la Selva, el 20 de diciembre del mismo año se llevó a cabo una asamblea de socios. En dicha asamblea se decidieron los nombramientos de los cargos del consejo de administración y del consejo de vigilancia (Tabla 4) y la renuncia voluntaria de uno de los socios que ya había transferido sus derechos al mudarse fuera del ejido.

Tabla 4. Directiva nombrada en La Selva de Galacia, S.P.R. de R.L.

Consejo de Administración Único	
Propietarios	
Presidente	José Manuel Marroquín Carrillo
Secretario	Yuri Alba Marroquín Pérez

Tesorero	Dionicia Akemi Marroquín Pérez
	Suplentes
Presidente	Yoni Enid Pérez Marroquín
Secretario	Reina Yolanda Carrillo Figueroa
Tesorero	Sara Marroquín Pérez

Consejo de Vigilancia	
	Propietarios
Presidente	Elvira Ana López Pérez
Secretario	Luis Daniel Marroquín González
Vocal	Joel Antonio Moreno Pérez
	Suplentes
Presidente	Olivio Manuel Pérez Marroquín
Secretario	Borge Elizabeth Marroquín Pérez
Vocal	Miriam Pérez Marroquín

El acta fue enviada para su redacción a la notaría el 17 de marzo de 2021 y recibida para su firma el 26 de junio (esto por la disminución de actividades y personal por la pandemia), momento en el que fue firmada por los socios. El acta ingresó en el mes de agosto a la notaría, fue firmada el día 16 de ese mes por José Marroquín Carrillo, el ahora presidente de la SPR, y con ello fue protocolizada.

Posteriormente, el acta se ingresó al Registro Público de la Propiedad y Comercio (RPP) para su registro y sello en la ciudad de Ocosingo el 22 de agosto de 2021. Debido a la reducción de actividades en las oficinas de gobierno causada por la pandemia, el periodo de respuesta de muchos trámites se extendió significativamente. En este caso fueron 5 meses y hasta el 27 de enero de 2022 se recibió el aviso de que el acta estaba lista. Posteriormente, las oficinas de la cabecera municipal en Ocosingo fueron tomadas por un grupo de protesta y quedó bloqueada, por lo que no fue posible recoger el acta hasta el día 2 de marzo de 2022.

Para hacer el cambio de titular responsable de la cuenta bancaria de la SPR, de forma que ahora sea la nueva directiva a cargo, el presidente de la Sociedad debe obtener su firma electrónica ante el Servicio de Administración Tributaria (SAT). Esto se completó en agosto de 2022 y a partir de ello se inició el trámite con el banco. Sin embargo, en el mes de noviembre de 2022, el banco rechazó el acta de Asamblea del nombramiento de directiva con diversas observaciones. Actualmente, un acta corregida está siendo redactada en la notaría para después inscribirla al RPP y así completar el cambio en el banco.

Campamento Tamandua

Campamento Tamandua ha realizado también cambios en su directiva durante el periodo de este proyecto. De la misma manera que para las otras empresas, el proceso ha sido más lento debido al amplio periodo de pandemia.

La reunión de cambio de directiva se suspendió durante la mayor parte de 2020, con el fin de evitar contagios por aglomeración de personas, sobre todo porque parte de los socios son de la tercera edad. Así, se esperó a que las condiciones mejoraran y en noviembre del mismo año se realizó la asamblea. Con la elección de la nueva directiva quedaron miembros jóvenes al frente de la sociedad (Tabla 5; Anexo 3.2.1_2022-6).

Tabla 5. Directiva nombrada en Campamento Tamandua, S.P.R. de R.L.

Consejo de Administración Único	
Propietarios	
Presidente	Uriel Alexander Morales Martínez
Secretario	Yobani Daniel Martínez Días
Tesorero	Flora Simón Ortiz
Suplentes	
Presidente	Arcadio Cifuentes Roblero
Secretario	Florentino Bistraín Pérez Bravo
Tesorero	Alejandro Hernández Pérez

Consejo de Vigilancia	
Propietarios	
Presidente	Domingo Martínez Gutiérrez
Secretario	Víctor Fidel Martínez Gutiérrez
Vocal	Celina Isabel Martínez Gutiérrez
Suplentes	
Presidente	José Edílsar Santizo Pérez
Secretario	Eliseo Ventura Velázquez
Vocal	Floricelda Galicia López

Posteriormente, se realizaron algunos cambios en el acta para incluir la entrada de dos socios, Ingliberto Martínez y Franklis Martínez, jóvenes que han sido trabajadores en diferentes áreas del Campamento. También, se realizó la baja voluntaria de un socio que vive fuera del país. Esta información fue enviada en mayo de 2021 a la Notaria no. 72 en San Cristóbal de las Casas para la elaboración del documento y su posterior firma.

La firma del acta en la notaría fue realizada por el delegado especial Roberto Ortiz (parte del equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos) el día 10 de agosto de 2021. Esta acta se recibió junto con el acta de La Selva de Galacia y fue llevada también al Registro Público de la Propiedad y Comercio en Ocosingo el 22 de agosto de 2021. El acta estuvo lista junto con el acta de La Selva de Galacia, el día 2 de marzo de 2022.

El siguiente paso para tener todo en orden y actualizado para la nueva directiva sería renovar en el SAT el Certificado de Sello Digital de la empresa. Sin embargo, el SAT rechazó el acta

de Asamblea por duplicidad en la Clave Única de Registro de Población (CURP) de dos socios. Esto se resolvió en octubre de 2022 en las oficinas del Registro Nacional de Población (Renapo) en Tuxtla Gutiérrez. Actualmente se tiene una nueva acta elaborada con las correcciones, que se encuentra con el notario para protocolizar. Una vez liberada por la notaría se continuará con su inscripción al RPP y después se reanudarán los trámites ante el SAT para renovar el CSD y recuperar la capacidad de emitir facturas.

Respecto a la cuenta bancaria del Campamento, en junio de 2022 se encontró que la cuenta bancaria fue cancelada y para poder abrirla nuevamente se requiere del CSD. Por ello, también se encuentra en espera de la nueva acta.

La Casa del Morpho

Durante el periodo de este proyecto, La Casa del Morpho tuvo varios avances en su actualización del Plan de Manejo de la Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Además, se ha trabajado para fortalecer la sociedad mediante reuniones y aumento en transparencia hacia los socios.

Como fue el caso para las otras empresas, La Casa del Morpho suspendió las reuniones de socios durante gran parte del 2020 para prevenir contagios de COVID-19 dentro de la comunidad. Diversas actividades como reuniones para elaborar el informe anual de la UMA y reuniones para cambiar la directiva de la sociedad fueron reprogramadas para el momento en que los contagios disminuyeran.

Durante el primer semestre de 2021 se realizaron varias reuniones de directiva y cinco reuniones de asamblea general. En estas reuniones se eligió una nueva directiva y se discutió la salida de socios que previamente expresaron su deseo de darse de baja. Como resultado, estos socios tomaron la decisión de mantenerse dentro mientras la comunidad continúe inscrita el programa Pago por Servicios Ambientales de Conafor, hasta el fin de 2022. En el mes de marzo de 2021 se elaboró el acta con cambios de la directiva, para su protocolización. Sin embargo, ese trámite fue aplazado por falta de documentos que acrediten a los nuevos socios, que suplirán a los socios que fallecieron en años anteriores.

Posteriormente, en el segundo semestre de 2021, la directiva y lo socios decidieron posponer la firma del acta y, por tanto, la protocolización para prevenir posibles cambios en la segunda mitad de 2022 en la conformación de los socios. El equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos mantuvo el seguimiento para que las autoridades salientes y entrantes continuaran colaborando con todas las actividades concernientes a la coordinación y tesorería de la empresa social.

En el primer semestre de 2022 se reanudaron las reuniones para continuar la discusión con los socios que habían expresado la intención de salir de la SPR (Figura 27). En estas reuniones se vio que las decisiones no fueron definitivas, pues al parecer las motivaciones y disgustos de algunos de estos socios han sido causado por información errónea, confusiones y rumores no aclarados. Por ello, se empezaron entrevistas socio por socio para darles a conocer los detalles de la operación, contabilidad, compromisos de conservación y resolver dudas en general. Al realizar este ejercicio, se evidenciaron algunas confusiones que fueron aclaradas. La más notoria es que los socios no hacen una distinción clara entre los compromisos y obligaciones

de la inscripción de su predio en el programa de Pago por Servicios Ambientales y la inscripción de su predio en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre.

Otro tema importante que se aclaró entre los socios que no han trabajado en la operación de la UMA es cómo se realizan los pagos para los trabajadores y cómo pueden los mismos socios integrarse también a ciertas labores que les generen remuneración. Este último tema estaba generando disgusto, pues tenían la impresión de que no existen nuevas oportunidades para que más socios participen. Por último y quizá el tema de mayor relevancia, es que hay socios que no sabían que podían inscribir más selva a la UMA, lo que eventualmente les dejaría mayores dividendos. Tres de los diez socios entrevistados manifestaron que quieren conservar más superficie de selva de sus predios y uno más lo está consultando con su familia.



Figura 27. Reunión de socios de La Casa del Morpho.

En cuanto al registro de la UMA ante la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) de la Semarnat, también se lograron avances importantes durante este proyecto. El 10 de septiembre de 2021, La Casa del Morpho fue contactada vía correo electrónico por parte de la DGVS para recoger el resolutivo positivo de la solicitud (Anexo 3.2.2_2022-6) de modificación de datos del registro de la UMA de vida libre de mariposas, acorde a las prácticas e infraestructura actuales. Entre los puntos a resaltar de este plan de manejo son la integración a Karina Romero, artesana y esposa de socio, como asesora técnica de la UMA, el incremento de número de especies de mariposas que se encuentran bajo aprovechamiento y la operación del laboratorio de mariposas y el cuarto seco.

En este documento, la DGVS realizó una observación al Plan de Manejo, respecto a que no se incluyó un método de monitoreo específico para las especies bajo aprovechamiento, pero en el mismo documento la DGVS se da por enterada y cita el artículo 97 de la Ley General de Vida Silvestre que establece que para los insectos nativos que no se encuentran en alguna categoría de riesgo no se requerirá ninguna autorización para su aprovechamiento. Por esto, la observación no tendrá ningún efecto u obligación de modificación para continuar la operación de la UMA.

Con estos cambios en el Plan de Manejo y la entrega de los informes anuales, la UMA actualmente se encuentra al día con sus obligaciones ante la DGVS. El siguiente paso es revisar el polígono bajo manejo de la UMA y modificarlo con base en las entrevistas realizadas a los

socios durante el segundo semestre de 2022 y las decisiones que éstos tomen sobre ampliar o modificar su superficie de selva inscrita en la UMA. Si existen cambios en el polígono de la UMA, esto se actualizará en el Plan de Manejo y presentará la nueva versión a la DGVS para su aprobación.

Por otro lado, en el mes de junio de 2021 se invitó a personal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) para hacer revisión de los documentos, actividades e instalaciones de la UMA La Casa del Morpho.

Dicha verificación fue atendida por la asesora técnica de la UMA, Karina Romero, quién mostró todos los documentos legales de la UMA, las bitácoras de visitantes y de actividades, la operación del laboratorio y cuarto seco, las colectas de mariposas clasificadas por especie. Además, se dio lectura al Plan de Manejo actualizado. También, el personal de la Profepa se reunió con las artesanas para conocer la manera en que se trabaja la materia prima y cómo se comercializa.

El personal de la Profepa tuvo observaciones muy puntuales sobre el polígono de la UMA para ordenarlo en un solo continuo de selva y sobre hacer una propuesta de monitoreo, por muy sencilla que esta fuese, para cumplir con las funciones de UMA de vida libre (Figura 28). Estas dos sugerencias se tomarán en cuenta para la siguiente actualización del plan de manejo.



Figura 28. Personal de Profepa durante su visita en la UMA La Casa del Morpho.

Centro Ecoturístico Selvaje

Durante el periodo de este proyecto, el Centro Ecoturístico Selvaje realizó también cambio de directiva y, con apoyo del despacho contable, se regularizó ante el SAT.

En el primer bimestre del 2020 se firmó y protocolizó el acta de asamblea de la sociedad cooperativa en la que se nombró a una nueva directiva y se realizaron cambios en los estatutos, necesarios para continuar con ciertos trámites. Posterior a la protocolización ante la notaría, el acta fue llevada al Registro Público de la Propiedad y Comercio para obtener registro y sello.

Como se mencionó anteriormente, las oficinas de gobierno redujeron o suspendieron por completo sus actividades debido a la declaratoria de pandemia. Por ello, no fue posible continuar con el siguiente paso en la regularización, es decir, obtener el Registro Federal de

Contribuyentes (RFC) en la Secretaría de Hacienda, hasta febrero de 2021. A fines de ese mes se logró agendar una cita en las oficinas del SAT en Tapachula.

Sin embargo, en la cita el personal del SAT identificó de nueva cuenta a una socia que tiene el mismo problema que se ha encontrado antes con otros socios: duplicidad en la CURP. Para subsanar esta situación fue necesario redactar un acta constitutiva corregida en el mes de marzo la cual se firmó en la asamblea extraordinaria de socios el último domingo de abril. Esta acta firmada se protocolizó en la notaría 72 en San Cristóbal de las Casas y después se inscribió en el RPP en Ocosingo. Posteriormente, en septiembre del mismo año se asistió a una nueva cita en las oficinas del SAT de Tuxtla Gutiérrez donde se obtuvo con éxito el RFC del Centro Ecoturístico Selvaje.

El siguiente trámite después de la obtención del RFC es la apertura de cuenta de banco a nombre de la Sociedad Cooperativa. Para ello, las instituciones bancarias solicitan el acta constitutiva de la sociedad y la del nombramiento de la directiva. En esta parte del proceso, la directiva de Selvaje se ha encontrado con un obstáculo significativo. Distintos bancos han negado la apertura de cuenta con base en que el acta de asamblea con el nombramiento de la directiva actual no especifica todos los poderes y facultades del presidente del consejo administrativo, en particular el de hacer trámites bancarios a nombre de la sociedad. A pesar de que esta información se detalla en el Acta constitutiva de la sociedad, el personal bancario no permitió el trámite.

Para solucionarlo, se elaboró un acta de asamblea expresamente para hacer la descripción de los cargos de la directiva, la cual ya fue revisada y obtuvo el visto bueno de la institución bancaria. Esta acta se ha ingresado a la notaría para su protocolización y posteriormente será enviada al Registro Público de la Propiedad y Comercio. El ejecutivo de la institución bancaria se comprometió a que se podrá continuar con la apertura de la cuenta bancaria para la sociedad presentando únicamente el pago de derechos de ingreso del acta al RPP. De esta forma, no será necesario esperar el periodo de liberación del acta para poder continuar el trámite.

Por otro lado, durante este periodo se hizo el trámite para renovar el uso de las marcas y logos que tiene una validez de tres años. Las marcas que se registraron y renovaron fueron de La Casa del Morpho, Canto de la Selva y Campamento Tamandua. Este trámite se presentó ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial y se obtuvo el resolutivo positivo el día 10 de octubre de 2021.

Contabilidad

Con el fin de lograr que las empresas sociales ecoturísticas se mantengan al día con sus obligaciones fiscales, se ha capacitado en años pasados a los equipos de cada una en contabilidad y administración. De esta forma, cada empresa entiende cómo mantener en orden su administración y los impuestos que debe pagar por los gastos de su operación.

En complemento a esto, a inicios del 2020 se contactó al despacho contable Bermúdez Navarro Consultores S.C., de San Cristóbal de las Casas, para trabajar con las empresas sociales. A partir de los resultados exitosos, se ha continuado el trabajo con el despacho contable para que se realicen en tiempo y forma las declaraciones de impuestos de cada empresa, además de que se continúe la capacitación de forma que las gerencias aprendan a integrar los documentos bancarios y facturas en archivos ordenados para presentarse en sus declaraciones.

Debido a sus distintas fechas de fundación y etapas de maduración, cada empresa se encuentra en un paso distinta de su regularización fiscal.

Canto de la Selva, con más larga historia, ha mantenido la colaboración de su equipo de administración con el despacho contable durante los tres años de este proyecto. Por ello, la empresa se encuentra al corriente con sus declaraciones y pagos de impuestos y puede emitir facturas. El presidente elegido en 2021, José Marroquín, asistió al SAT en el segundo semestre del 2022 para tramitar su firma electrónica, que le permite hacer otras gestiones como las relacionadas a la apertura de cuentas bancarias bajo la administración de la nueva directiva. Actualmente se encuentra en proceso el cambio de nombre del titular de manejo de la cuenta de banco de la SPR.

En el caso de La Casa del Morpho, como antes se mencionó, la sociedad se regularizó ante el SAT en 2020. Para ello el personal del despacho contable visitó a principios de ese año las instalaciones de la empresa para hacer el inventario del activo fijo y entrevistar a la gerencia, y así establecer los requisitos y condiciones para hacer las declaraciones anuales ante el SAT. En abril del mismo año se completó la regularización con el pago total de impuestos federales adeudados, acumulados hasta ese momento por la dificultad de encontrar un despacho contable adecuado. Actualmente se mantienen en regla con sus declaraciones y pago de impuestos mediante el trabajo con el contador.

Por otro lado, se encuentra en proceso la solicitud ante el SAT para obtener el beneficio fiscal del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA) a una tasa del 8 por ciento (otorgadas a empresas en municipios fronterizos). Igualmente, se está apelando la negativa del SAT de reconocer y comprobar gastos y pagos hechos en efectivo, beneficio que gozan empresas que se encuentran a cierta distancia de cualquier sucursal bancaria.

Campamento Tamandúa pasó por el proceso de regularización, declaración y pago de impuestos acumulados a la par de la Casa del Morpho. El despacho contable realizó también visita a las instalaciones y trabajo con la gerencia y administración de la empresa para completar tal proceso.

Sin embargo, durante el periodo del proyecto el Campamento se ha encontrado con diversos obstáculos para continuar estando en regla y conservar su capacidad de emitir facturas. En el segundo semestre de 2021 se realizó un cambio de directiva, trámite retrasado por la pandemia. Este cambio fue necesario por diversos motivos, entre otras cosas para renovar el Certificado

de Sello Digital (CSD) de la empresa y con ello poder continuar con sus declaraciones de impuestos.

Como se mencionó anteriormente, debido a los cierres por pandemia, los trámites para protocolizar ante notario el acta de Asamblea de elección de la nueva directiva y su inscripción en el Registro Público de la Propiedad y Comercio de Ocosingo tomaron mucho más tiempo de lo regular. El acta fue entregada por el RPP a la directiva en marzo de 2022. El 11 y 12 de abril de 2022, el presidente Alexander Morales visitó la ciudad de Tuxtla Gutiérrez para realizar los trámites necesarios en la renovación del CSD. El primer paso fue tramitar su firma electrónica personal, necesaria para hacer trámites y gestiones como representante legal y obtener la firma electrónica y el CSD de la SPR, lo que se logró sin contratiempos. Sin embargo, no fue posible obtener el CSD del Campamento, pues el personal del SAT rechazó el acta de Asamblea con base en que dos socios tienen duplicidad de CURP y RFC.

A partir de ese momento se intentaron varias vías para resolver este problema, hasta que se solucionó en el segundo semestre de 2022 mediante la visita de ambos socios con el problema a las oficinas del Registro Nacional de Población (Renapo) donde presentaron sus documentos y se realizó el trámite de baja de CURP.

Con esta complicación eliminada, se elaboró una nueva acta de nombramiento de directiva que actualmente se encuentra en las oficinas del notario para protocolización. Una vez completado la protocolización y la inscripción en el RPP, se acudirá de nuevo al SAT para actualizar el CSD de Campamento Tamandua y así continuar con el cumplimiento de sus obligaciones fiscales y recuperar la capacidad de emitir facturas.

Durante el periodo de este proyecto, el Centro Ecoturístico Selvaje pasó igualmente por el proceso de regularización fiscal, en el cual se encontraron dificultades similares. En periodos pasados, el SAT rechazó tres distintas actas de Asamblea de la sociedad por el motivo de duplicidad en CURP de varios socios. En cada ocasión fue necesario redactar una nueva acta, protocolizarla ante notario e inscribirla al RPP, lo que implicó meses de retraso en cada caso.

El tercer rechazo se dio en la cita con el SAT de febrero de 2021. Por ello, en el mes de marzo de 2021 se redactó un acta constitutiva corregida incorporando todas las observaciones requeridas por el SAT. Ésta se firmó en asamblea extraordinaria de socios el último domingo de abril, se protocolizó ante notario en San Cristóbal de las Casas y posteriormente se inscribió en el RPP de Ocosingo. Con esta acta, se acudió a las oficinas del SAT en Tuxtla Gutiérrez en septiembre del mismo año para realizar exitosamente el trámite de inscripción registro del Registro Federal de Contribuyentes (Anexo 3.2.3_2022-6).

A partir de ello, en noviembre de 2021 el despacho contable pudo comenzar las labores de regularización de la empresa, realizando las declaraciones retroactivas desde noviembre de 2017 de IVA, ISR e ISN hasta ese momento, así como el pago de impuestos.

Actualmente, Selvaje tiene la facultad de emitir facturas (aunque en este caso es por pagos de montos pequeños en efectivo, por lo mencionado anteriormente sobre la cuenta de banco).

Un siguiente paso para La Casa del Morpho, Campamento Tamandua y Centro ecoturístico Selvaje es la inscripción en hacienda estatal de Chiapas para hacer el pago de impuestos

estatales; impuesto sobre nómina, para las tres empresas y también el impuesto sobre hospedaje (ISH) para el Campamento Tamandua. Estos trámites se realizarán durante el 2023.

El personal de contabilidad y administración de cada empresa continuará trabajando en conjunto con el despacho contable para mantener a sus empresas al corriente con sus obligaciones fiscales.

II. Intensificación de la difusión en diversas plataformas digitales (páginas web, plataformas de turismo especializado y redes sociales), y el sistema de reservaciones en línea.

Durante este proyecto se implementó la estrategia de difusión y comercialización de las empresas sociales, enfocada a la difusión en medios digitales. Se mejoró el posicionamiento de búsqueda de las empresas de hospedaje Canto de la Selva y Campamento Tamandua en Google, se brindaron capacitaciones a las empresas para generar contenido y enriquecer sus sitios de Facebook a través de material que ellos mismos elaboran con sus nuevas herramientas (cámara fotográfica, celular), se activó el sistema de reservación en línea en la página web del hotel Canto de la Selva y se actualizó el catálogo de artesanías de La Casa del Morpho.

Alianzas

Rutopía

En diciembre de 2019, personal de Rutopía, la plataforma para la búsqueda de experiencias en comunidades rurales e indígenas visitó los centros ecoturísticos de Marqués de Comillas para conocer las empresas, a sus dueños y operadores.

En la página de esta empresa, el hotel Canto de la Selva cuenta con un perfil actualizado en la plataforma, así como el itinerario de la experiencia “Por las arterias de la Selva Lacandona” donde se visitan también los proyectos Selvaje y La Casa del Morpho (Figura 29). El perfil puede ser consultado en: https://rutopia.com/ecoturismo/chiapas/canto-de-la-selva.



Figura 29. Vista del perfil de Canto de la Selva en la Plataforma Rutopía.

Airbnb

El hotel Canto de la Selva también cuenta con un perfil en la plataforma Airbnb, que es una de las plataformas más utilizadas para reservación de hoteles actualmente (Figura 30). Hasta ahora esta plataforma solo ha generado una visita, se espera que el hotel sea cada vez más visible y los usuarios puedan llegar a visitar el hotel a través de ese medio.

El perfil puede ser consultado en el siguiente enlace: https://es-l.airbnb.com/rooms/33018987?source_impression_id=p3_1587667356_2uWHnrhtqbtU9UQN&guests=1&adults=1.

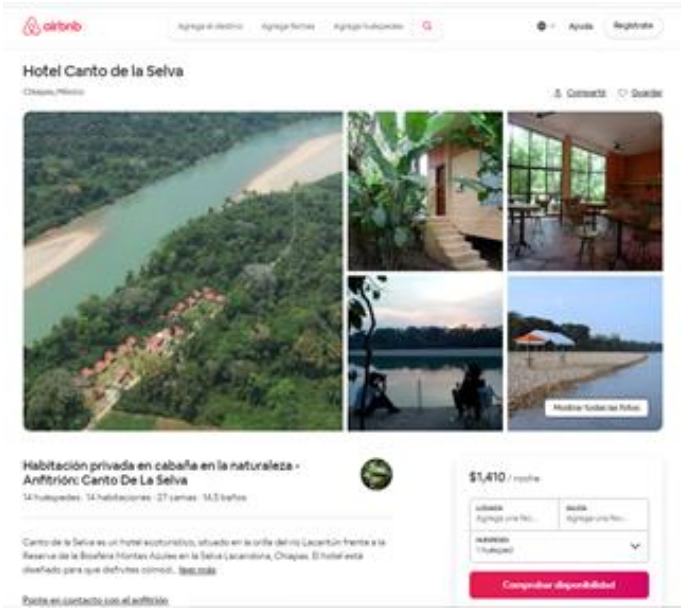


Figura 30. Vista del perfil del hotel canto de la Selva en la plataforma Airbnb.

Asociación Chiapaneca de Ciclismo

En 2021 miembros de la Asociación Chiapaneca de Ciclismo conocieron el Centro ecoturístico Selvaje y la pista de bicicleta de montaña que ahí se encuentra. A partir de ello surgió el interés de armar una carrera de ciclismo en la zona con sede en Selvaje y con la participación de la Red Vive la Lacandona. Para ello, miembros de la Asociación visitaron en agosto del mismo año las empresas ecoturísticas de Marqués de Comillas.

Durante la visita a las empresas, se propusieron rutas y tipos de competencia que podrían llevarse a cabo, según las condiciones del camino, cantidad de gente que se puede recibir en la región, y el alcance que pudiera tener en el estado. Se eligió una competencia MTB (Mountain Bike, bicicleta de montaña) que pudiera arrancar en el ejido Galacia (ejido donde se ubica el hotel Canto de la Selva), en el camino de terracería llamado el Jolochero, atravesar el poblado de Galacia en dirección al ejido Flor del Marqués (donde se ubica el Campamento Tamandua), continuar hacia el ejido El Pirú (donde se ubica el Centro Ecoturístico Selvaje), llegar al poblado e internarse en el circuito de la pista de Selvaje, terminando en el módulo de bienvenida donde se llevaría a cabo la premiación.

En diciembre de 2021 se realizó el campeonato estatal de bicicleta de montaña MTB en Jiquipilas, Chiapas. El Centro Ecoturístico Selvaje asistió a la competencia para conocer la organización de una carrera de este tipo y los elementos para tener en cuenta para llevarlo a cabo.

Como resultado de la visita de los integrantes del Centro Ecoturístico Selvaje desarrollaron un documento sobre la planeación y organización necesaria para llevar a cabo un evento de esta magnitud. La planeación previa al evento se dividió en dos partes; primero, los requerimientos en infraestructura para los dos días del evento, gestionados por Selvaje, pero también por El Pirú y los ejidos de la de Red (con apoyo de Natura y Ecosistemas Mexicanos y el municipio) y, segundo, el personal necesario para desarrollar y llevar a cabo el evento.

Los puntos que se desarrollaron fueron los siguientes:

1. Requerimientos en infraestructura en el sitio de la competencia.
2. Requerimientos de personal en los días del evento.
3. Logística para los traslados de competidores que pernoctan
4. Rutas propuestas
5. Responsabilidades de los diferentes actores (Selvaje, Red Vive la Lacandona, Natura y Ecosistemas Mexicanos, Municipio y Asociación de Ciclismo)
6. Cronograma de actividades
7. Programación de los días del evento.
8. Publicidad del evento

En los primeros días de enero de 2022 hubo una reunión de la Asociación Chiapaneca de Ciclismo en la que se determinó darle una competencia MTB al Centro Ecoturístico Selvaje y al municipio, Marqués de Comillas siendo parte oficial del Calendario Estatal 2022, la fecha propuesta fue para el 19 de junio de 2022.



ASOCIACIÓN CHIAPANECA DE CICLISMO

CALENDARIO ESTATAL 2022

#El CiclismoLoHacemosTodos — 1RA EDICIÓN, Publicado: 6/01/22

Fecha	Evento	Lugar	Modalidad	Categorías	Organizador	Descripción
		ENERO				
22 -23	1RA COPA NACIONAL MTB	Francisco I, Hidalgo	MTB XCO	TODAS	FMC	
		FEBRERO				
2 - 6	Curso de Capacitacion Entrenadores Nivel 1	En Linea	TODAS	Nivel 1	Asc. Chiapas	Asociación / Descuento ✅
5 - 6	1RA FECHA CAMPEONATO NACIONAL DOWN HILL	La Cumbre, Colima	Down Hill			OPEN DH /FMC
5 - 6	COPA NACIONAL MARATHON MTB	SONORA	MTB		FMC	
13	1ra Fecha Copa Estatal XCO 2022	Siempre verde, Solistahuacán	MTB XCO	TODAS	Cuervos MTB	Asociación / Descuento ✅
19 - 20	3RA FECHA COPA NACIONAL MTB	Guanajuato	MTB XCO	TODAS	FMC	
20	Selectivo Estatal de RUTA		RUTA	TODAS		Asociación / Descuento ✅
24 - 27	COPA NACIONAL RUTA	AGUASCALIENTES	RUTA	Mayores	FMC	
		MARZO				
5 - 6	2dA FECHA CAMPEONATO NACIONAL DOWN HILL	Cuernavaca, Morelos	Down Hill			OPEN DH /FMC
13	2da Fecha Copa Estatal XCO 2022	La Trinitaria	MTB XCO	TODAS		Asociación / Descuento ✅
20	Clasica Coyote	Tuxtla Gtz.	MTB	Mayores	Coyotes MTB	1ra Fecha Serial Estatal MTB
19 - 20	3RA FECHA COPA NACIONAL MTB	Estado de Mexico	MTB XCO	TODAS	FMC	
22 - 26	Curso de Capacitacion Entrenadores Nivel 1	En Linea	TODAS	Nivel 1	Asc. Chiapas	Asociación / Descuento ✅
		ABRIL				
2 - 3	4RA FECHA COPA NACIONAL MTB	Aguascalientes	MTB XCO	TODAS	FMC	
2 - 3	3RA FECHA CAMPEONATO NACIONAL DOWN HILL	Ixtapa de sal, Edo. Mex.	Down Hill			OPEN DH /FMC
10	3ra Fecha Copa Estatal XCO 2022	Circuito del cachorro, Cintalapa	MTB XCO	TODAS		Asociación / Descuento ✅
17	Campeonato Region Norte de Chiapas	Reforma, Chiapas	MTB	Inf. Y Juv.	Halcones Sport	Asociación / Descuento ✅
16-17	COPA NACIONAL RUTA	Hidalgo	RUTA	Mayores	FMC	
24	Evento de Maratón	VillaCorzo	MTB	Mayores	Villacrozo	Asociación / Descuento ✅
30	Campeonato Municipal Venustiano Carranza	Venustiano Carranza	MTB	Inf. Y Juv.	Esc. Enrrique.	Asociación / Descuento ✅
30 - 1	4TA FECHA CAMPEONATO NACIONAL DOWN HILL	Pachuca, Hidalgo	Down Hill			OPEN DH /FMC
		MAYO				
1	Los Bordos	Cintalapa	MTB	Mayores	Nitus Biker	2da Fecha Serial Estatal MTB
7 -8	5TA FECHA COPA NACIONAL MTB	Zacatecas	MTB XCO	TODAS	FMC	
15	Maratón de la Selva	Selvaje, Pico de Oro	MTB	Mayores	Selvaje	Asociación / Descuento ✅
14 - 15	COPA NACIONAL RUTA	Chihuahua	RUTA	Mayores	FMC	
22	4ta Fecha Copa Estatal XCO 2022	Quetzal, Tonalá	MTB XCO	TODAS	Rhinos MTB	Asociación / Descuento ✅
28 - 29	6TA FECHA COPA NACIONAL MTB	Veracruz	MTB	TODAS	FMC	
		JUNIO				
5	Maraton 3/4 MTB	Villaflores	MTB	Mayores	3/4 MTB	Asociación / Descuento ✅
9 - 19	NACIONALES CONADE		TODAS	Juv. B, C, Sub23		
11 - 12	5TA FECHA CAMPEONATO NACIONAL DOWN HILL	Guanajuato	Down Hill			OPEN DH /FMC
26	5ta Fecha Copa Estatal XCO 2022 "Final"	Villaflores	MTB XCO	TODAS	3/4 MTB	Asociación / Descuento ✅
		JULIO				
17	Eliminatoria Contrarreloj	Tuxtla Gtz.	MTB	TODAS	Orcas Giant	3ra Fecha Serial Estatal MTB
23 - 24	CAMPEONATO NACIONAL XCO y XCC	Hidalgo	MTB XCO	TODAS	FMC	
31	PRE-NACIONAL INFANTIL RUTA	CHIAPAS	RUTA	Infantiles	Asc. Chiapas	Asociación / Descuento ✅
		AGOSTO				
2 - 6	Curso de Capacitacion Entrenadores Nivel 2	En Linea	TODAS	Nivel 2	Asc. Chiapas	Asociación / Descuento ✅
13 - 14	CAMPEONATO NACIONAL INFANTIL RUTA	Por Definir	RUTA	Infantiles	FMC	
20 - 21	NACIONAL BMX FREESTYLE	CHIAPAS	BMX	Mayores	Asc. Chiapas	Asociación / Descuento ✅
		SEPTIEMBRE				
4	COPA NACIONAL MTB MARATHON	CHIAPAS	MTB	Mayores	Asc. Chiapas	Asociación / Descuento ✅
3 - 4	6TA FECHA CAMPEONATO NACIONAL DOWN HILL	CDMX	Down Hill			OPEN DH /FMC
Por definir	Congreso Tecnico Estatal 2022	Por definir	TODAS		Asc. Chiapas	Reunion Anual
Por definir	La Cositia	Comitán	MTB	Mayores	La Cositia MTB	4ta Fecha Serial Estatal MTB
17 - 18	CAMPEONATO NACIONAL DE MARATHON	Durango	MTB	Mayores	FMC	
23 - 25	CAMPEONATO NACIONAL MASTER	Oaxaca	RUTA	Masters	FMC	
		OCTUBRE				
9	Campeonato Tuxtleco	Tuxtla Gtz.	MTB	Inf. Y Juv.	Asc. Chiapas	Asociación / Descuento ✅
18 - 22	Curso de Capacitacion Entrenadores Nivel 3	En Linea	TODAS	Nivel 3	Asc. Chiapas	Asociación / Descuento ✅
15 - 16	7MA FECHA CAMPEONATO NACIONAL DOWN HILL	Venados, Tuxtla Gtz.	Down Hill			OPEN DH / FMC
30	Una Subidita y ya! 4ta edición.	Tuxtla - San Cristobal	Mtb y Ruta	Libre	Giant Events	
		NOVIEMBRE				
6	Campeonato Estatal MTB	Por definir	MTB	TODAS		Asociación / Descuento ✅
13	Campeonato Estatal BMX	Por definir	BMX	Mayores		Asociación / Descuento ✅
20	Desafío Nambyugua	Villaflores	MTB	Mayores		5ta Fecha Serial Estatal MTB
27	Campeonato Estatal RUTA	Por definir	RUTA	TODAS		Asociación / Descuento ✅
		DICIEMBRE				
4	Desafio del Cacahuate 2da edición	Jiquipilas	MTB	TODAS	Gamos MTB	Asociación / Descuento ✅
2 - 3	8VA FECHA CAMPEONATO NACIONAL DOWN HILL	Guanajuato	Down Hill			OPEN DH / FMC
18	Iglesia Vieja	Tonala	MTB	TODAS	Rhinos MTB	Asociación / Descuento ✅

Importante: Calendario oficial de carácter informativo, conformado por fechas propuestas por sus organizadores en el congreso técnico 2021 y en diferentes reuniones, pueden irse agregando o eliminando fechas, por lo que el calendario de edición mas reciente, sera siempre el valido, siempre y cuando se encuentre publicado en la página de la Asociación Chiapaneca de Ciclismo. **Con Caracter informativo cualquier evento dentro del estado puede ser agregado para darlo a conocer, contactar al: 961-26-39-165

www.Facebook.com/AsociacionChiapanecaDeCiclismo

Figura 31. Calendario Estatal 2020 de la Asociación Chiapaneca de Ciclismo. La carrera en Selvaje aparece en la fecha inicialmente propuesta, el 15 de mayo.

Durante la visita a las empresas la Asociación Chiapaneca de Ciclismo realizaron un levantamiento de imagen y video para elaborar material promocional. Lamentablemente, debido a la baja inscripción de participantes y el alto costo de organización, el 10 de junio se decidió cancelar la carrera.

El incremento de la violencia en el estado y en particular en la región ha sido un obstáculo severo al incremento de visitas a las empresas y, en el caso de la carrera, se encontró que fue la causa de la baja inscripción de participantes. Al mismo tiempo que se comenzó con la publicidad de la carrera de ciclismo de montaña en Selvaje, se publicó y difundió ampliamente en redes la noticia de un evento violento en una comunidad de Marqués de Comillas. Esto fue evidente en los comentarios a las publicaciones de la carrera en redes sociales donde varios hacían referencia a la noticia, expresando su negación a visitar la región.

Se mantiene contacto con la Asociación Chiapaneca de Ciclismo para la organización de la carrera en otra temporada y tomando en cuenta las fechas de carreras similares que no compitan con la de la selva, además de realizar una campaña publicitaria con suficiente antelación.

Alianzas con centros educativos

A inicios de 2020, Natura y Ecosistemas Mexicanos dio seguimiento a las alianzas con los colegios Humanitree, Sierra Nevada, Ibero y Colegio Madrid ubicados en la Ciudad de México, para que grupos de estudiantes de estas escuelas visitaran las empresas ecoturísticas.

En el colegio Humanitree se realizó una reunión con el personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos y con los padres de familia para revisar el itinerario y resolver dudas sobre la visita en la selva, además de hacer recomendaciones en cuanto a la vestimenta adecuada.

En el caso del colegio Sierra Nevada, se tuvo contacto con su coordinador de viajes. Se revisó el itinerario del grupo que asistió en 2019 y se hicieron ajustes de actividades para adecuarlo a la visita de 2020.

Con la Universidad Iberoamericana (Ibero) se planeó una visita para los estudiantes de la carrera de Sustentabilidad Ambiental donde visitaran las empresas y se dieran pláticas con las directivas para hablar sobre el origen de los proyectos y el proceso de organización por el que han pasado las empresas. Esta escuela se comprometió a llevar un grupo anualmente.

El Colegio Madrid planeó también una visita a las empresas de ecoturismo para que los alumnos conocieran las actividades de sustentabilidad y conservación implementadas por las empresas.

Estas escuelas estaban programadas para realizar su viaje en el mes de marzo de 2020. Durante su visita iban a recorrer las distintas empresas sociales que operan en Marqués de Comillas. El colegio Humanitree fue el único que logró realizar el viaje (descrito en este documento en el apartado de seguimiento a la operación de las empresas). Sierra Nevada y el Colegio Madrid cancelaron su visita, y la Ibero pospuso su visita que se pudo llevar a cabo a finales del mes de marzo de 2022.

Diseño de materiales de difusión

Desde el mes de marzo de 2020 que se cerraron las actividades en las empresas debido a la pandemia por COVID-19, Natura y Ecosistemas Mexicanos trabajó con las empresas para elaborar el diseño de materiales promocionales para la reapertura en el mes de noviembre de 2020 donde se incluyeron actividades en cada una de las empresas sociales (Figura 32).





Figura 32. Paquetes promocionales de reinicio de actividades en las empresas sociales.

Además, las empresas también difundieron en sus redes sociales la iniciativa de Turismo del Futuro, elaborada por diversas organizaciones (incluyendo a Natura y Ecosistemas Mexicanos) para impulsar un nuevo concepto de turismo, uno que fortalezca el turismo comunitario (Figura 33).

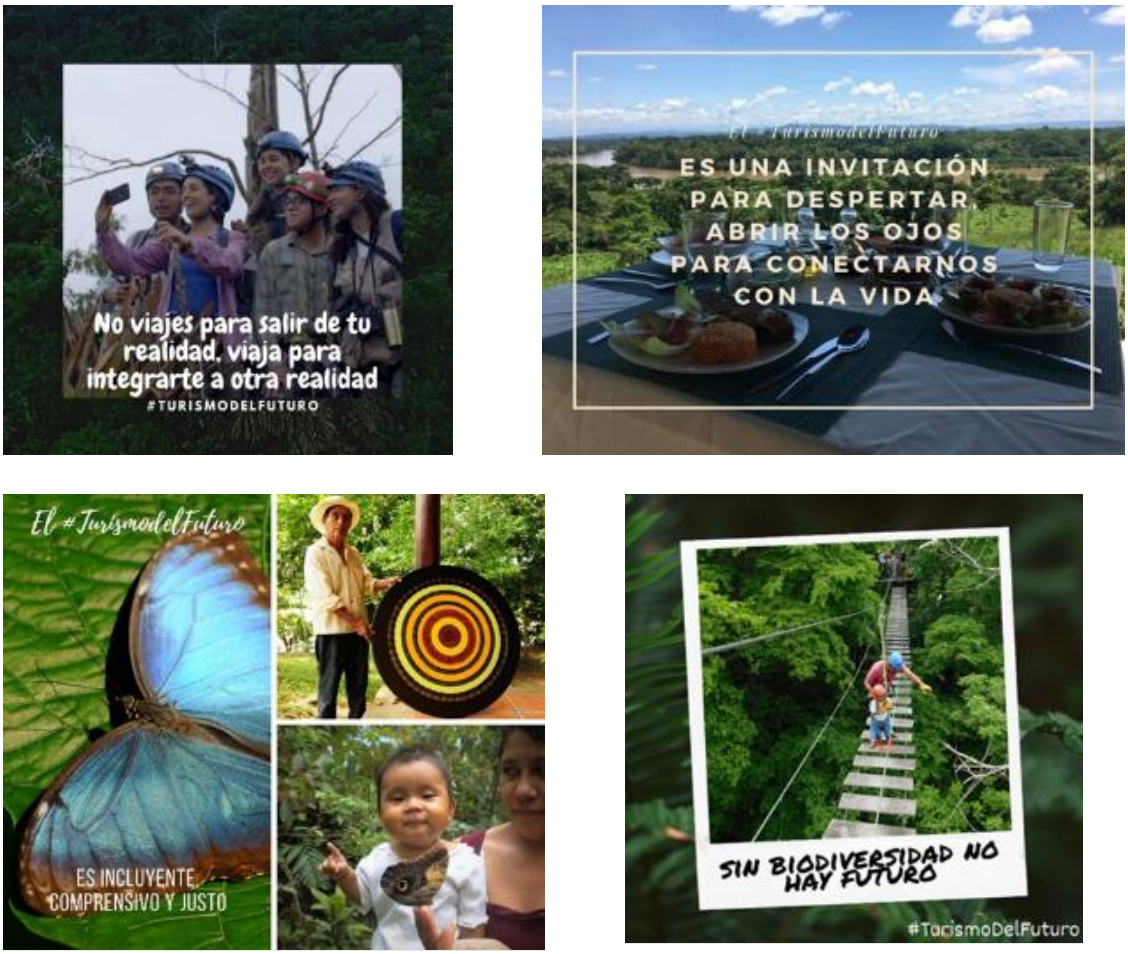


Figura 33. Imágenes promocionales publicadas como parte de la campaña de #TurismodelFuturo.

Aunque el movimiento de turistas en la zona fue muy bajo, en octubre de 2020 llegó el primer grupo al hotel Canto de la Selva. El hotel tomó todas las medidas necesarias para atenderlos de acuerdo con los protocolos establecidos por el gobierno federal y estatal. Posteriormente, en el mes de noviembre de 2020 (fecha en que se abrió el hotel al público) visitaron el hotel otros tres grupos.

Otro proyecto que recibió grupos fue el Centro Ecoturístico Selvaje. Los visitantes provinieron de ejidos vecinos que realizaron actividades en los puentes, o bien, en la zona de Agua Caliente. En noviembre de 2020, el mismo grupo que se hospedó en el hotel Canto de la Selva, realizó actividades en los puentes del Centro Ecoturístico Selvaje, con este grupo se aplicó por primera vez el protocolo de seguridad (limpieza de zapatos en el tapete sanitizante, medición de la temperatura y gel para la limpieza de manos) para ingresar a las instalaciones.

En el Campamento Tamandua se diseñó una campaña de promoción en redes sociales para dirigirlo a un nuevo público, ya que el campamento estaba enfocado en trabajar con colegios y los colegios retomaron las salidas de campo hasta 2022.

En octubre de 2020, las empresas Canto de la Selva, Tamandua y La Casa del Morpho participaron en la feria virtual ATMEX. Las empresas mencionadas tuvieron la oportunidad de participar en las sesiones de "Marketplace" donde se vincularon con agencias de viaje y revistas de turismo especializado para dar a conocer las experiencias que ofrecen y los servicios con los que cuentan (como se describe en el objetivo 4).

En el mes de noviembre de 2020 una fuerte creciente del río Lacantún inundó los caminos y senderos del hotel Canto de la Selva, dejándolos inhabilitados. La plataforma de turismo Rutopía junto con personal del hotel Canto de la Selva y la asesoría de Natura y Ecosistemas Mexicanos elaboraron una campaña en la página de fondeo Donadora.org para reunir los recursos necesarios para rehabilitar los caminos y sustituir algunos paneles solares que fueron dañados por la caída de árboles. En esta campaña las aportaciones significativas obtenían descuentos o recompensas como noches en el hotel y actividades, con ello se promovió el turismo para el año 2021.

Esta campaña se promocionó en redes sociales y se realizó un pago a la plataforma de Facebook para impulsar la publicación. La campaña tuvo buena respuesta con 27,256 clics en los enlaces, un alcance total de 293,633 personas y la publicación fue vista por al menos 425,725 personas. La meta de recaudación de fondos se cumplió.



Figura 34. Publicación en Facebook sobre la campaña de recaudación de fondos para el hotel Canto de la Selva.

Campañas de Google

Debido a la contingencia sanitaria las campañas de Google se pospusieron hasta el mes de enero de 2021, cuando se inició con campañas simultáneas de Canto de la Selva, Campamento Tamandua y el Centro Ecoturístico Selvaje con el objetivo de convocar a visitantes para las fechas de la temporada vacacional a finales de marzo y principios de abril de 2021. Para ello se trabajó con las gerencias de las empresas para la elaboración de paquetes o descuentos atractivos para la temporada.

También se realizó la segmentación del mercado objetivo de cada centro ecoturístico y publicación. Para Canto de la Selva se eligieron personas mexicanas de entre 30 y 65 años, con gusto por la naturaleza, afición por la observación de aves y preferencia por bienes y servicios de valor alto. El mercado elegido para Campamento Tamandua fueron personas mexicanas jóvenes de entre 18 y 35 años, con gusto por la naturaleza, por acampar y por la aventura. En tanto que la campaña de Selvaje se dirigió a personas de Chiapas y Tabasco, jóvenes de entre 18 y 35 años, con gusto por la aventura y bicicleta de montaña. Para el mes de marzo de 2021, la publicación del Centro Ecoturístico Selvaje se cambió para que el alcance fuera también nacional.

Primero se corrieron pruebas para saber si se había acertado con las publicaciones, mercado y configuración deseada. Al final se mantuvieron 5 publicaciones simultáneas con las que se tuvo alcance de 2,565,235 personas; 1,158,152 de personas entraron a la publicación, de las cuáles 171,387 tuvieron interacción con la página. Los resultados de las publicaciones se muestran en la Figura 35.

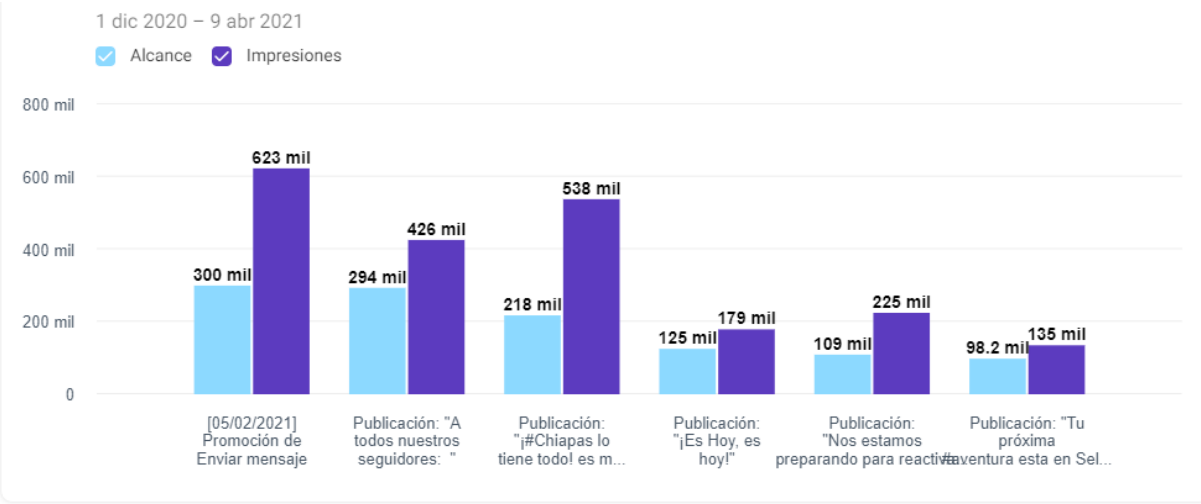


Figura 35. Resultados de las publicaciones en Facebook de 1 diciembre 2020 a 9 de abril 2021.

Posteriormente, en el mes de abril de 2021, se activaron dos campañas en Google Ads, una para el Campamento Tamandua y otra para el hotel Canto de la Selva, con la intención de mejorar las apariciones en las búsquedas de Google para hospedajes en Chiapas: *glamping* para Campamento Tamandua y cabañas y *lodge* para Canto de la Selva.

En la campaña del Campamento Tamandua, activa de mayo a octubre, se tuvieron dos mil impresiones con 333 clics sobre la página: www.tamandua.com.mx, el costo total de la campaña fue de $3,480, como resultado de $10.45 de costo por cada clic (Figura 36).



Figura 36. Gráfico de impresiones y clics en la página del Campamento Tamandua por la campaña en Google.

Las palabras clave más buscadas fueron *glamping*, Selva Lacandona Chiapas, Selva Lacandona y Hospedaje Selva Lacandona. Los grupos de edad que más accedieron a la página fueron de 25 a 34 años, destacando que la mayoría de las búsquedas fueron hechas por mujeres del mismo grupo de edad. Los días y horas en los que aparecía el Campamento Tamandua en las búsquedas de Google fueron lunes y miércoles a la media noche (Figura 37).



Figura 37. Palabras clave, género, edades, días y horas de búsquedas en Google del Campamento Tamandua.

Para la temporada vacacional navideña se activó la campaña publicitaria en Google Ads para Canto de la Selva con la finalidad de atraer clientes a finales de diciembre de 2021 y principios de enero de 2022.

La campaña en Google Ads se activó a finales de octubre de 2021 y estuvo activa hasta el mes de enero de 2022, con buenos resultados en cuanto a clics para acceder a la página de Canto de la Selva al hacer una búsqueda en Google. Esta resultó en 9,460 clics sobre la página (Figura 38) y más de un millón de impresiones en las redes de Google (como YouTube) que se convirtieron en clics en una tasa de 0.92%, es decir, por cada mil personas que vieron el anuncio de Canto de la Selva hubo al menos 9 clics para acceder a la página. Como se puede observar en la gráfica de la misma figura, a finales de enero disminuyen las visitas y búsquedas relacionadas a Canto de la Selva, razón por la que fue pausada la campaña publicitaria para ser optimizada de acuerdo con los resultados obtenidos.

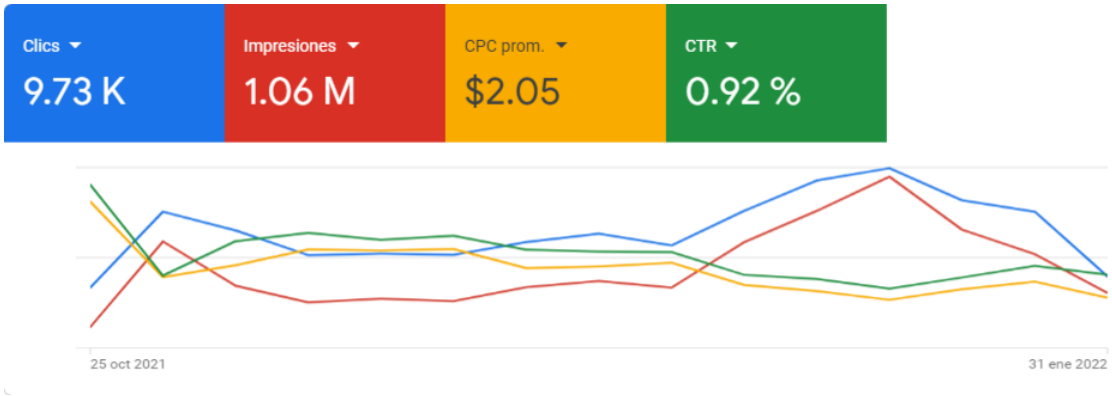


Figura 38. Resultado de la Campaña de Google Ads para Canto de la Selva.

Las palabras que generaron más de 100 clics sobre la página de Canto de la Selva al ser expuesto a la publicidad fueron, en orden descendente: Chiapas, turismo en Chiapas, ecoturismo, vacaciones en Chiapas, Chiapas hoteles y Selva Lacandona. La palabra Chiapas, atrajo muchos visitantes a la página, pero la tasa de clic por impresión fue de apenas 2.26%, lo que significa que la palabra clave a pesar de su gran cantidad de clics no fue tan eficiente en una relación costo-beneficio (Figura 39).



Figura 39. Lista de impresiones y clics en la página de Canto de la Selva por Palabras clave.

Al acomodar la lista de mayor tasa de clics por impresión, para conocer las palabras clave que tienen mejor conversión de impresión a clic, el resultado es, en orden descendente: ecoturismo en Chiapas, hoteles en la Selva Lacandona Chiapas, hotel Canto de la Selva, viaje a la Selva Lacandona, cabañas en la Selva Lacandona, tour Selva Lacandona, turismo ecoturismo, turismo ecológico y Chiapas hoteles (Figura 40).



Figura 40. Lista de palabras clave con mejores conversiones de impresiones a clic.

En el mes de abril de 2022, se preparó y lanzó una campaña en Facebook con la asesoría (*pro bono*) de la consultora Wytoc. En la campaña se promocionaron paquetes especialmente diseñados para atraer a públicos de diferentes intereses y presupuestos. Esto se realizó a partir de la cuenta de Canto de la Selva, de forma que esta empresa funcione como la base a partir de la cual se ofrecen también los atractivos del resto de las empresas, incluidos dentro de cada paquete.

Para la comercialización de los servicios y productos se rediseñó la estrategia y se decidió fortalecer primero la comercialización y publicidad del hotel Canto de la Selva, y luego fortalecer al Campamento Tamandua que son las empresas ancla para atraer clientes a la red.

Con esta decisión, se mejoró el componente comercial del hotel Canto de la Selva con el fin de generar un modelo de negocio que permita lograr la sustentabilidad económica, social y ambiental para el hotel, así como alcanzar los recursos económicos que le permitan continuar su misión de conservar la selva. Para ello, se consideraron los componentes metodológicos de negocios, transformación digital y marketing del hotel, todos ellos enfocados a incrementar las ventas y, por tanto, las utilidades.

Desarrollo de los Productos Comerciales

Para el desarrollo de productos turísticos, se elaboraron paquetes donde se tomaron en consideración todas las actividades que puede ofrecer la red de ecoturismo Vive la Lacandona. Además, a cada paquete se le asignó un nombre atractivo y se armó un itinerario de actividades que pueda resultar de interés a diferentes grupos de mercado según el perfil y presupuesto (Figura 41).

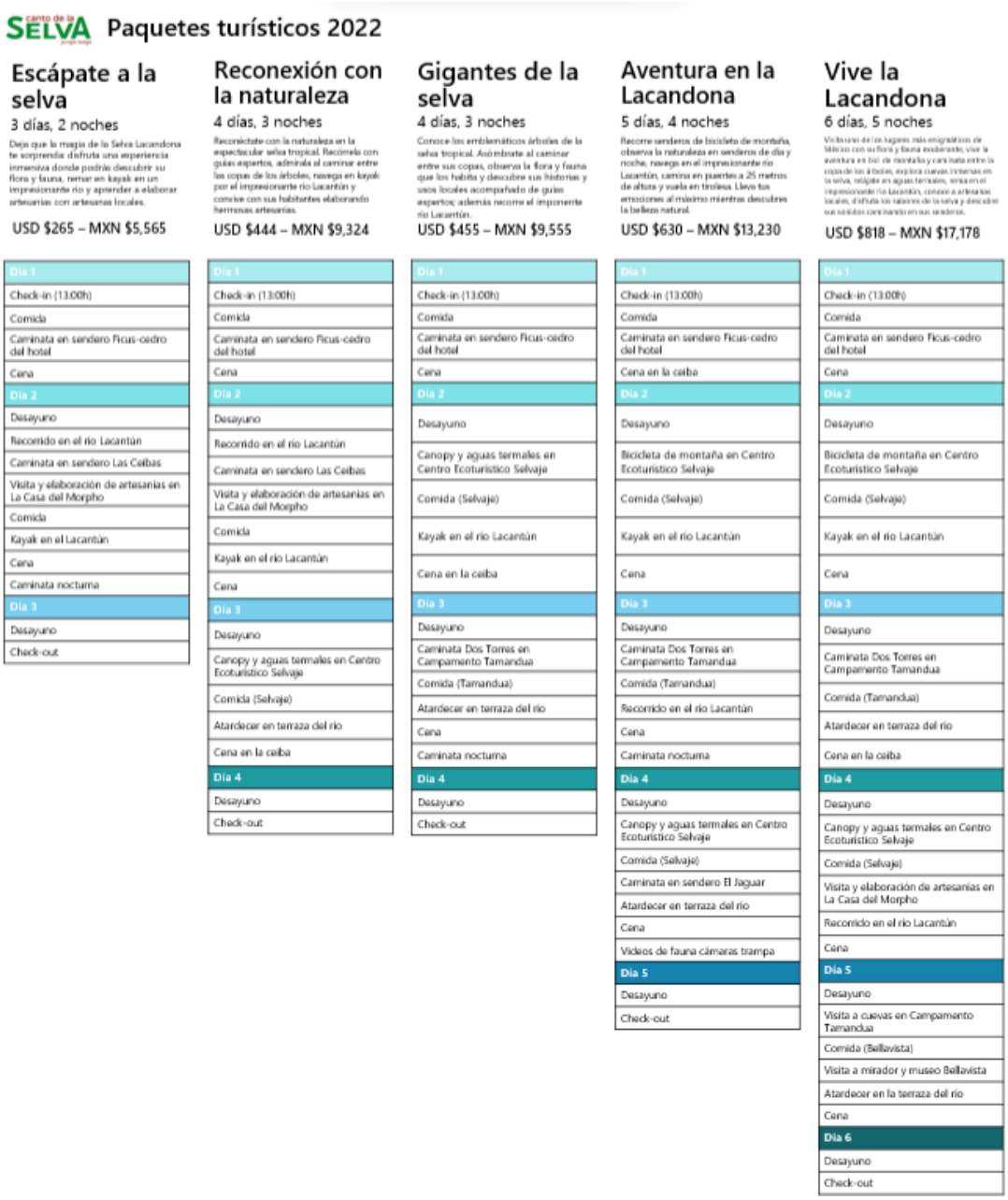


Figura 41. Paquetes turísticos que ofrece Canto de la Selva con sus itinerarios.

Además, se elaboró una lista de actividades adicionales que no significan un costo adicional para el hotel Canto de la Selva, pero que son un atractivo adicional que se ofrecerá como actividad gratuita y con ello vuelven a los paquetes una “oferta irresistible”. Estas actividades están enfocadas en actividades de aprendizaje como talleres impartidos por las personas de la comunidad sobre restauración o agricultura local.

Una vez recabada la información de las actividades de cada paquete turístico, se trabajó con las gerencias de las cinco empresas ecoturísticas para tener los precios actualizados a 2022, ajustando también en los casos que se requirieran movimientos terrestres adicionales u otros gastos adicionales a la actividad.

Para la promoción de los paquetes, se rediseñó la página del hotel focalizando la atención a los paquetes y facilitar a los clientes para realizar compras a través de la página. El diseño de la página se realizó en WordPress y además se instalaron dos plug-ins: uno de e-commerce para poder hacer la reservación en línea mediante Woocommerce y el pago de los paquetes mediante la plataforma Mercadopago y el plug-in de WhatsApp para que los visitantes a la página puedan fácilmente iniciar una conversación con personal de la empresa (Figura 42). El nuevo diseño de la página puede consultarse en: https://cantodelaselva.com.mx/.

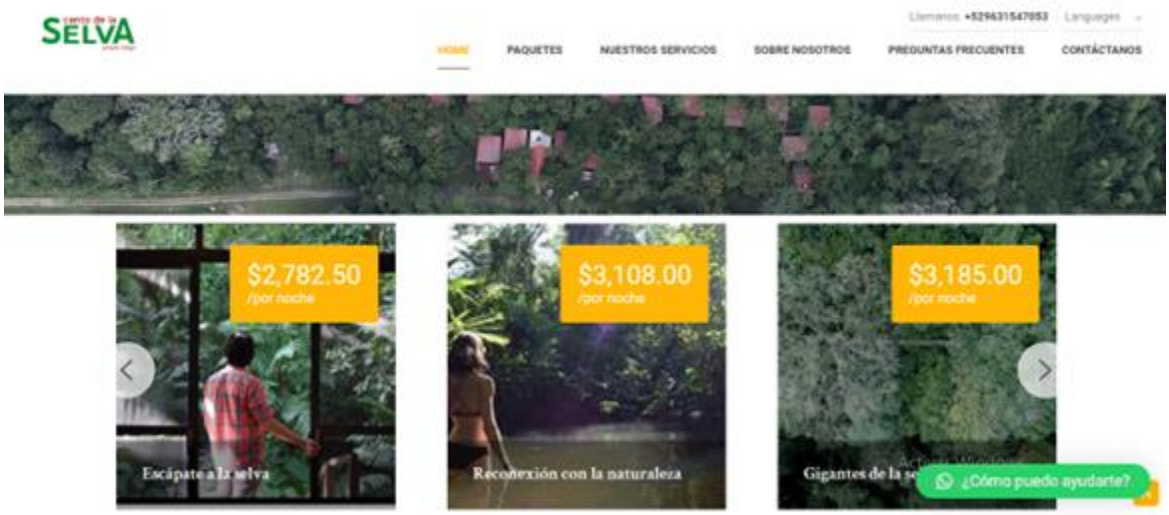


Figura 42. Nueva estructura de la página de Canto de la Selva.

En abril de 2022 se lanzó la primera campaña de los paquetes turísticos a través de las redes sociales del hotel Canto de la Selva. La campaña se concentró en público localizado en la Ciudad de México e inmediatamente se comenzaron a registrar solicitudes de información sobre los paquetes a través de WhatsApp. Otras personas solicitaron información directamente en los sitios de Facebook e Instagram o bien consultaron directamente la página. Durante las campañas se hicieron mejoras a la página para que fuera más accesible y rápida en el celular, ya que la mayoría de las personas la consultó a través de este medio.

La respuesta inicial a la campaña fue positiva. Sin embargo, no se lograron concretar reservaciones, esto debido a que la temporada de Semana Santa estaba próxima y muchos de los clientes que contactaron por WhatsApp se mostraron interesados en realizar la visita al hotel en temporada baja.

Posteriormente se realizó un cambio en la estrategia y se abrió la campaña a ciudades cercanas desde las cuales se puede llegar por carretera: Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Comitán y Villahermosa. Nuevamente la respuesta fue buena y muchas personas solicitaron información a través de distintos medios. Lo que se observó es que, para estos estados, los turistas comentaron que el costo de los paquetes era alto. Con el fin de captar clientes en ese mercado, se elaboraron paquetes más económicos con hospedaje en el Campamento Tamandua.

Para el Campamento Tamandua se diseñaron tres paquetes pensados para ser más accesibles para el turismo del estado de Chiapas y estados vecinos. Al igual que las campañas del hotel Canto de la Selva, los paquetes fueron diseñados bajo la asesoría de Wytoc y personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Los paquetes fueron difundidos a través de la página web, que también fue rediseñada para ser más atractiva. La página puede consultarse en: https://tamandua.com.mx/.

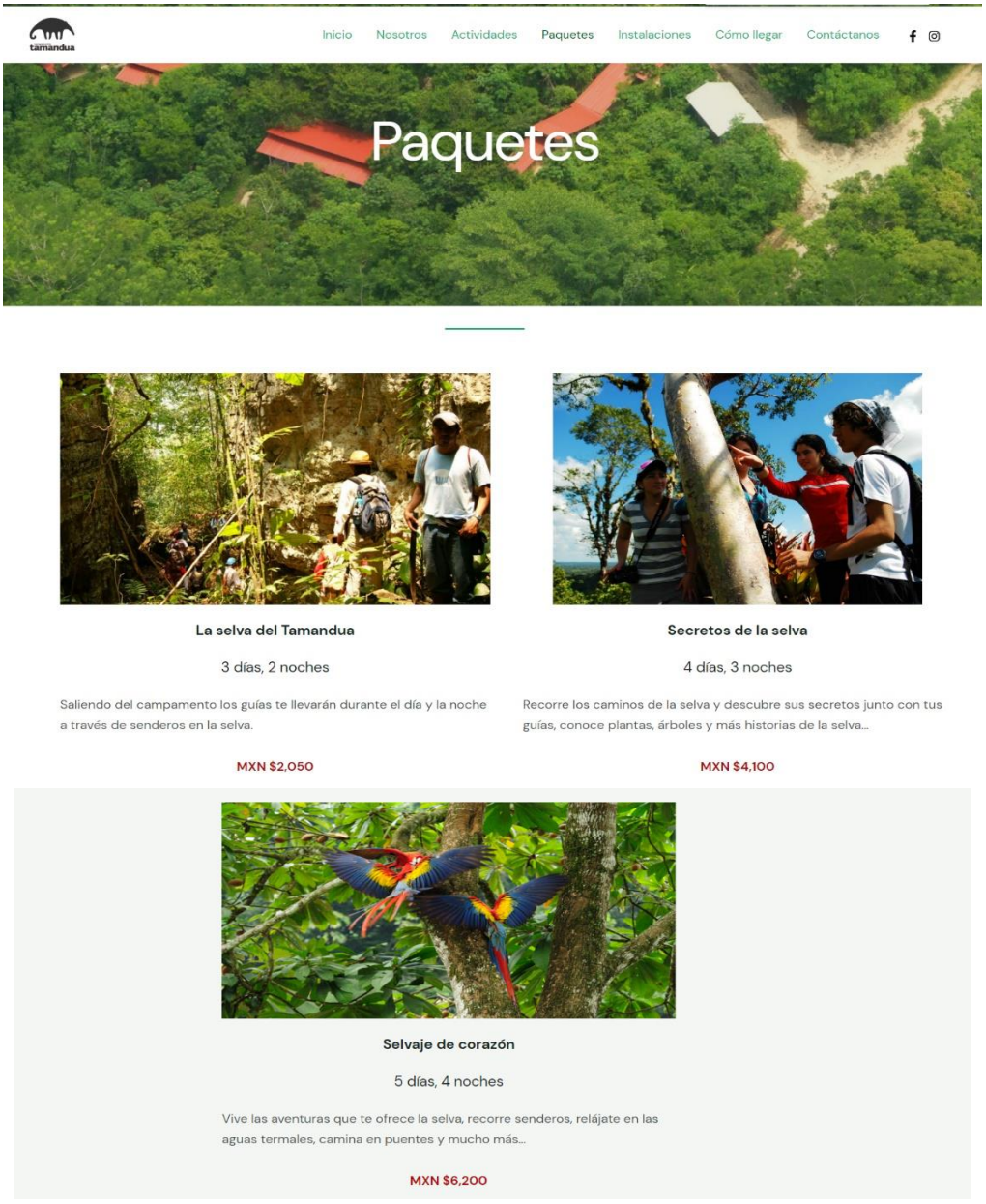


Figura 43. Nueva estructura de la página del Campamento Tamandua.

Seguimiento y resultados

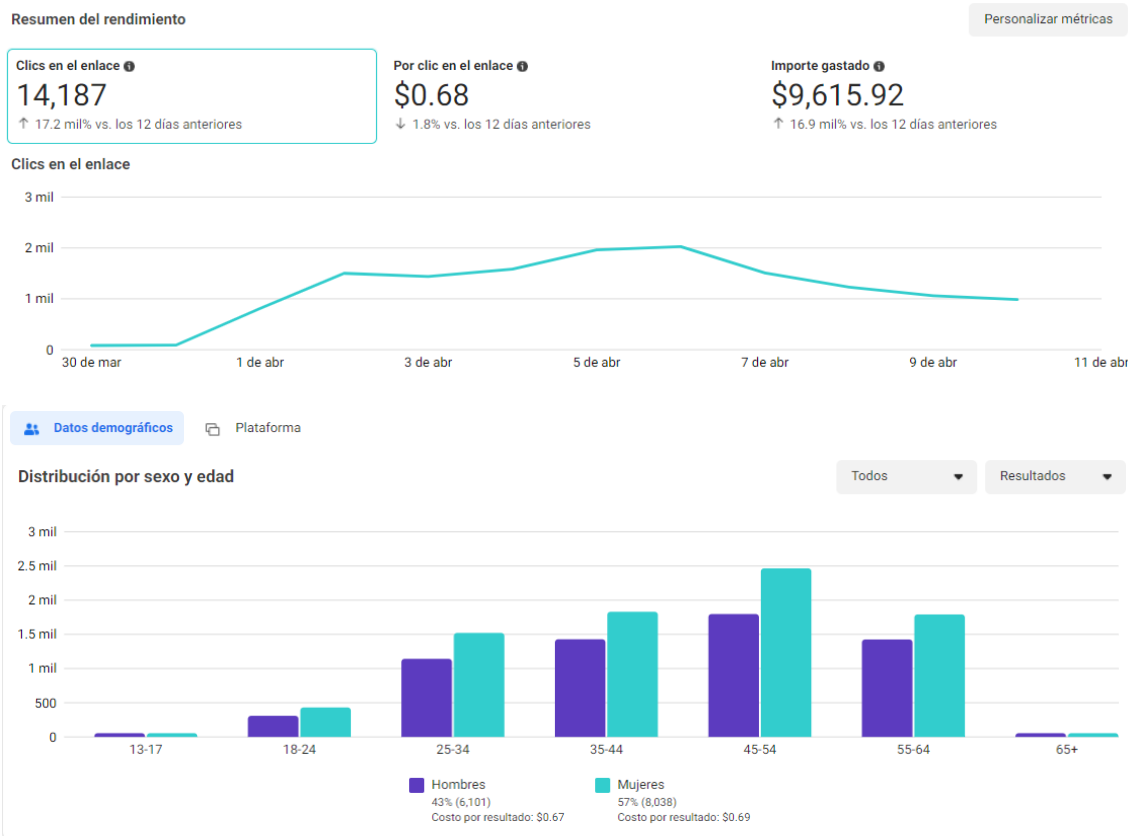


Figura 44. Tráfico total de los paquetes en Facebook.

Para el hotel Canto de la Selva en la primera campaña de los paquetes se recibieron 83 mensajes vía WhatsApp y la información de contacto de los interesados se capturó en una base de datos. Con ello, se dio seguimiento a las personas que mostraron interés en visitar el hotel en los próximos meses. Se contestaron además 107 mensajes recibidos directamente en Facebook e Instagram. Lamentablemente de esta primera campaña no se concretaron visitas. En la segunda campaña se recibieron 70 mensajes a través de WhatsApp y se ha dado seguimiento a las personas interesadas en los paquetes, algunas de estas personas realizaron compras directas en la página. Las reservaciones directas han sido complicadas, ya que algunas personas han hecho la compra de un día para otro mientras no hay otros clientes, lo que dificulta la operación del hotel en cuanto a suministros, por ello se realizaron ajustes en la página para evitar este tipo de reservaciones. En la temporada comenzando en noviembre hasta Año Nuevo, la ocupación se ha incrementado notablemente, cerca de los niveles previos a la pandemia: se hospedarán 141 personas, resultando en 644 personas-noche. Con ello, los empleos del hotel tienen mayor estabilidad y los ingresos aumentan de tal forma que en el reparto de dividendos los socios reciben más por la conservación de su selva.

La primera campaña tuvo entre sus cinco publicaciones (paquetes) un total de 14,187 clics, en los que se invirtieron $9,615.92, dando como resultado un costo por clic de $0.68. Las mujeres de todas las edades tuvieron mayor interés en Canto de la Selva respecto a los hombres, siendo el grupo de edad de 45 a 54 años lo que mayor interés mostraron.

Los paquetes más interesantes para el público fueron Escápate a la Selva (paquete de 3 días y 2 noches) con 10,960 clics y el paquete Vive la Lacandona (6 días y 5 noches) con 2,519 clics sobre la publicación (Figuras 45-49). Los que obtuvieron valores CTR (*click-through rate* o tasa de clics) cerca o arriba de 3.5%, que indica que el anuncio es atractivo para el público objetivo, fueron los que se mantuvieron para la siguiente campaña.

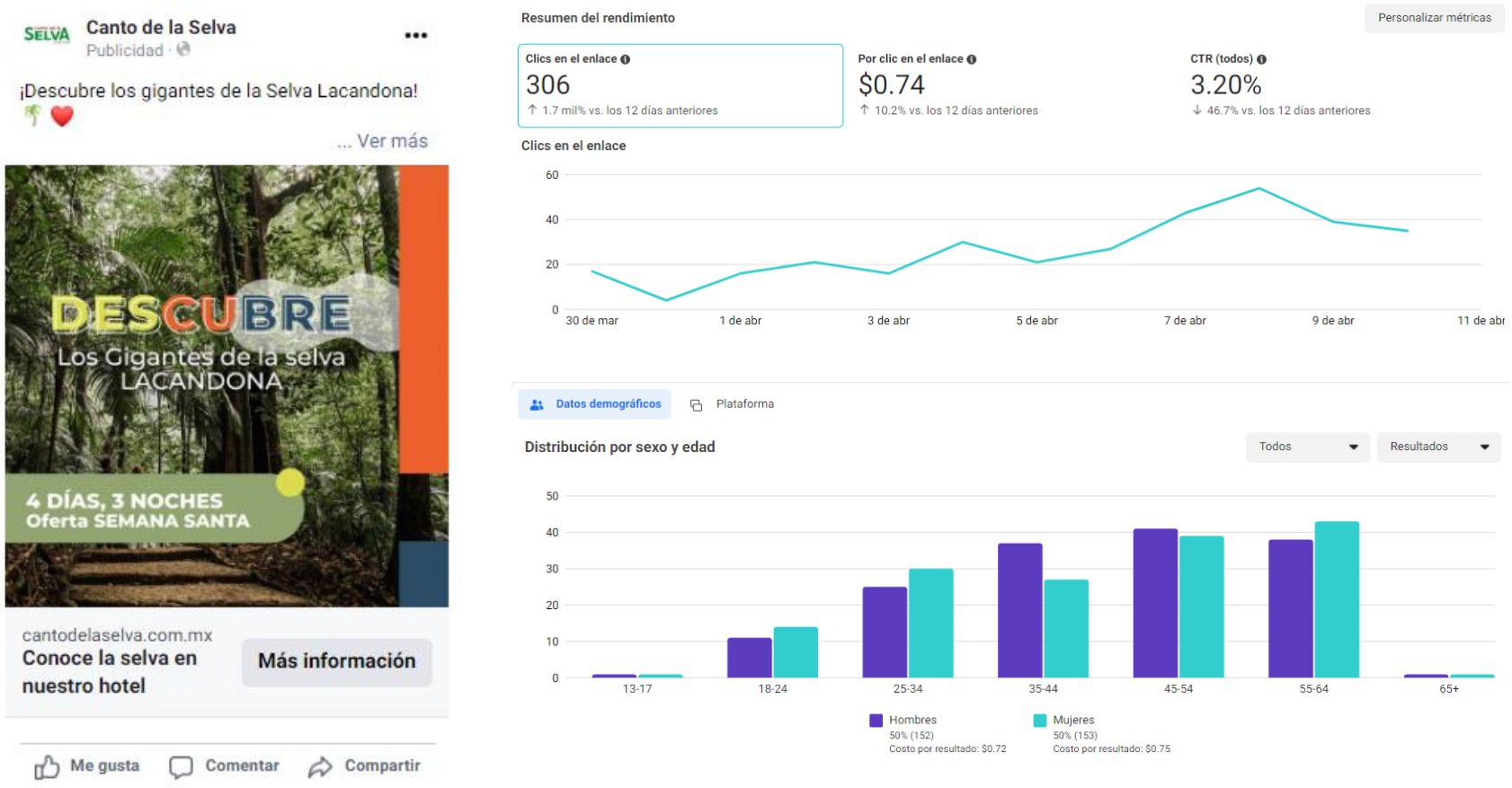


Figura 45. Paquete 1, Los Gigantes de la Selva: (izq.) anuncio en Facebook, (der.) tráfico generado en la red social.

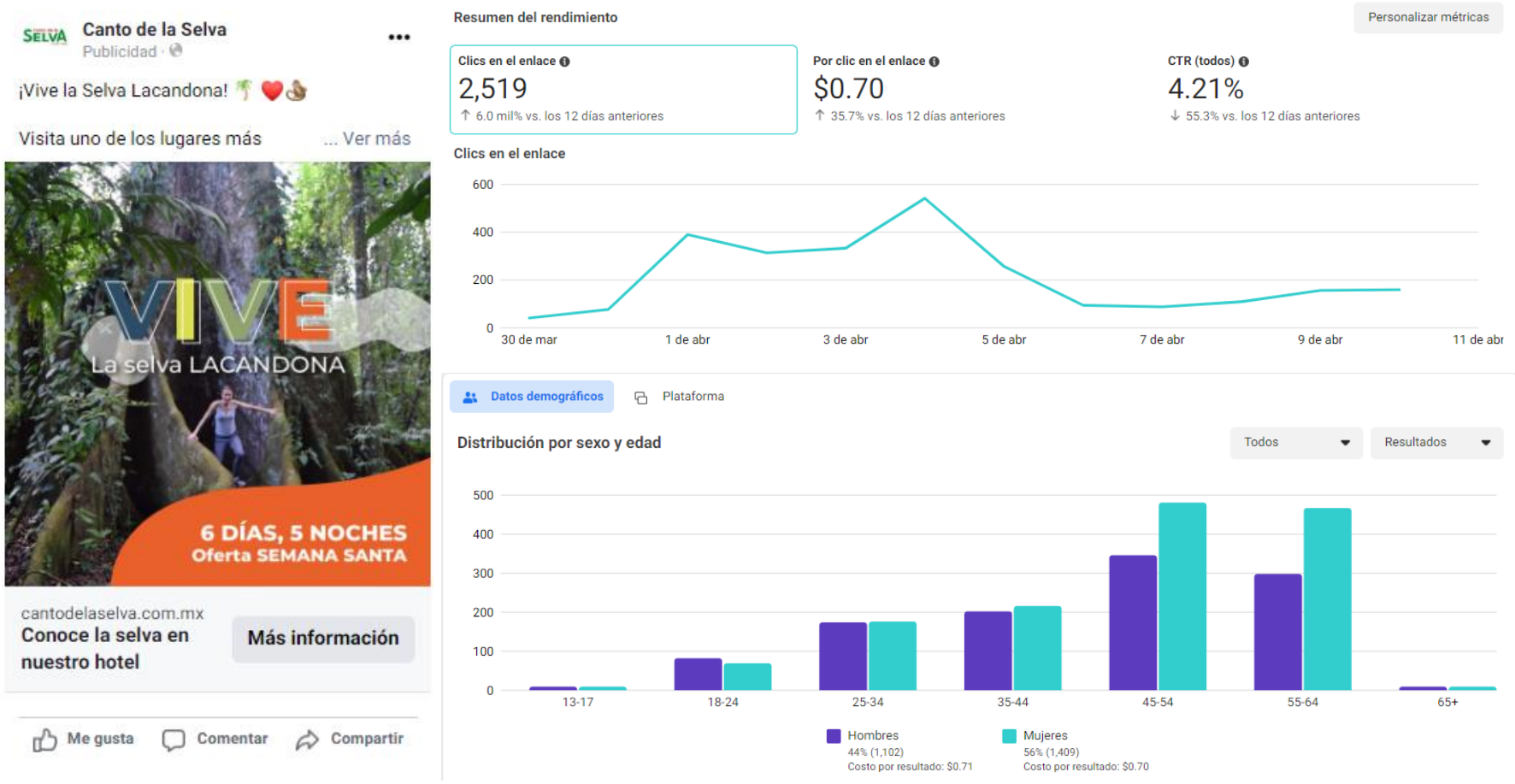


Figura 46. Paquete 2, Vive la Selva Lacandona: (izq.) anuncio en Facebook, (der.) tráfico generado en la red social.

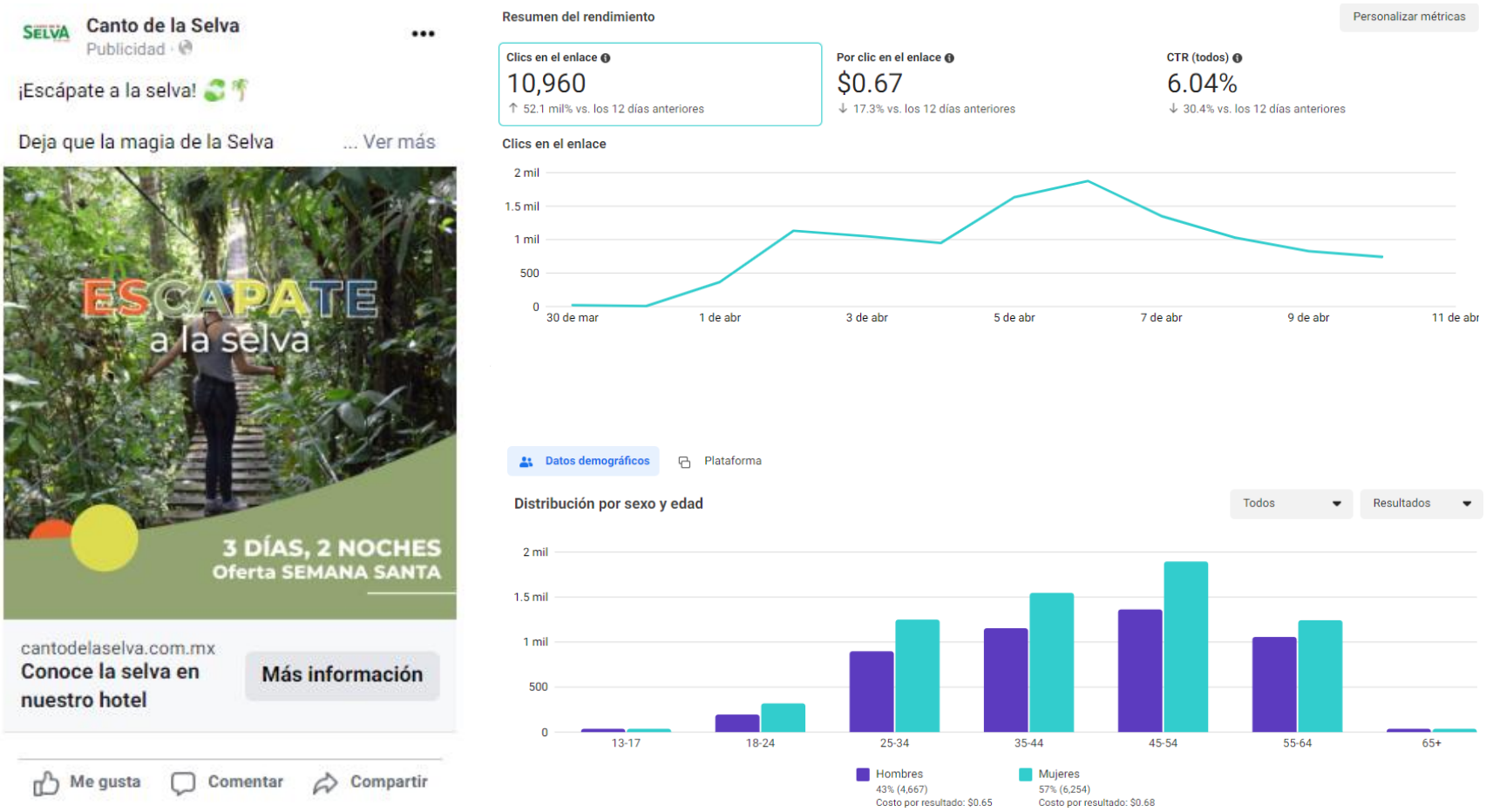


Figura 47. Paquete 3, Escápate a la selva: (izq.) anuncio en Facebook, (der.) tráfico generado en la red social.

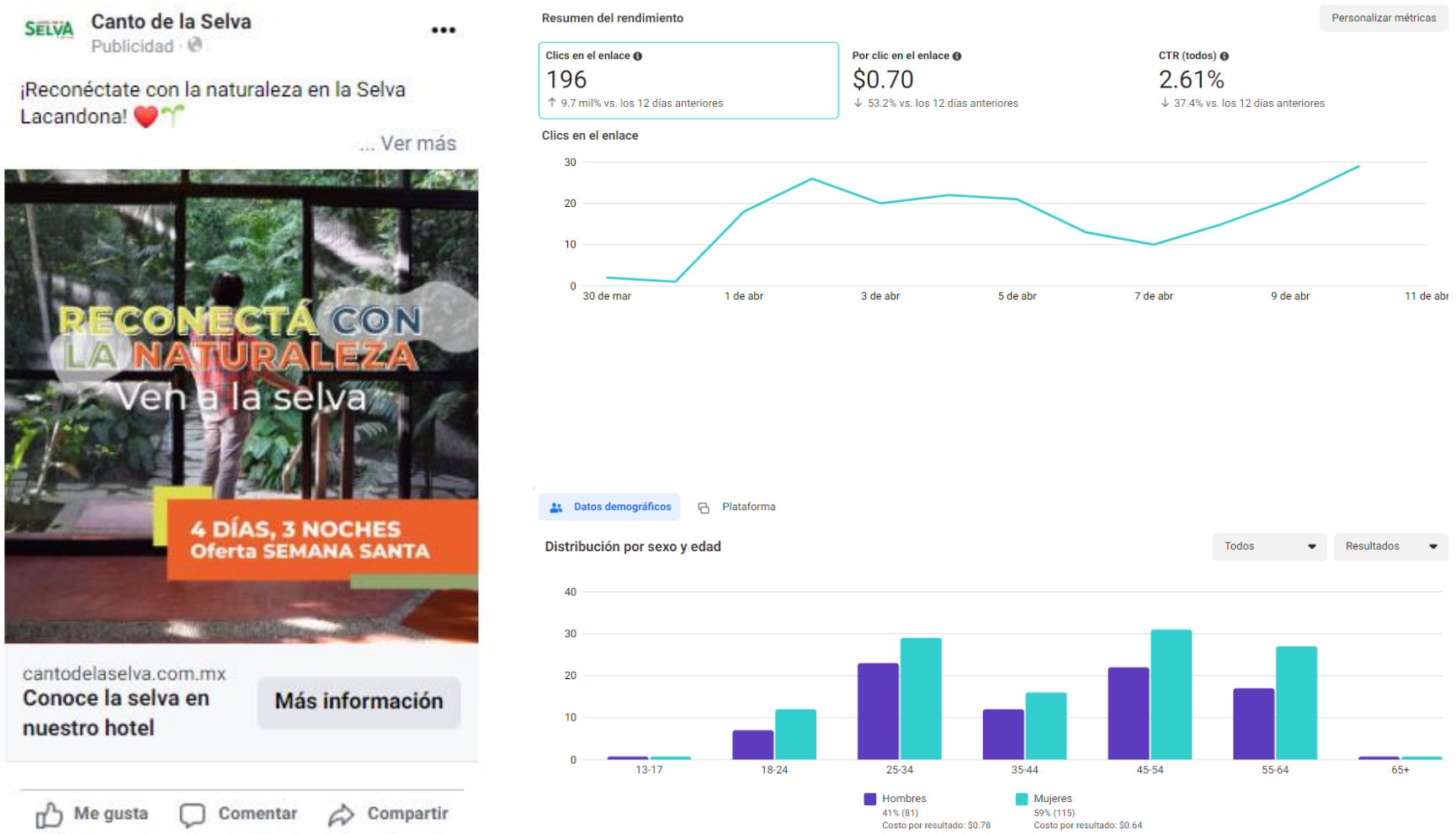


Figura 48. Paquete 4, Reconéctate con la naturaleza en la Selva Lacandona: (izq.) anuncio en Facebook, (der.) tráfico generado en la red social.

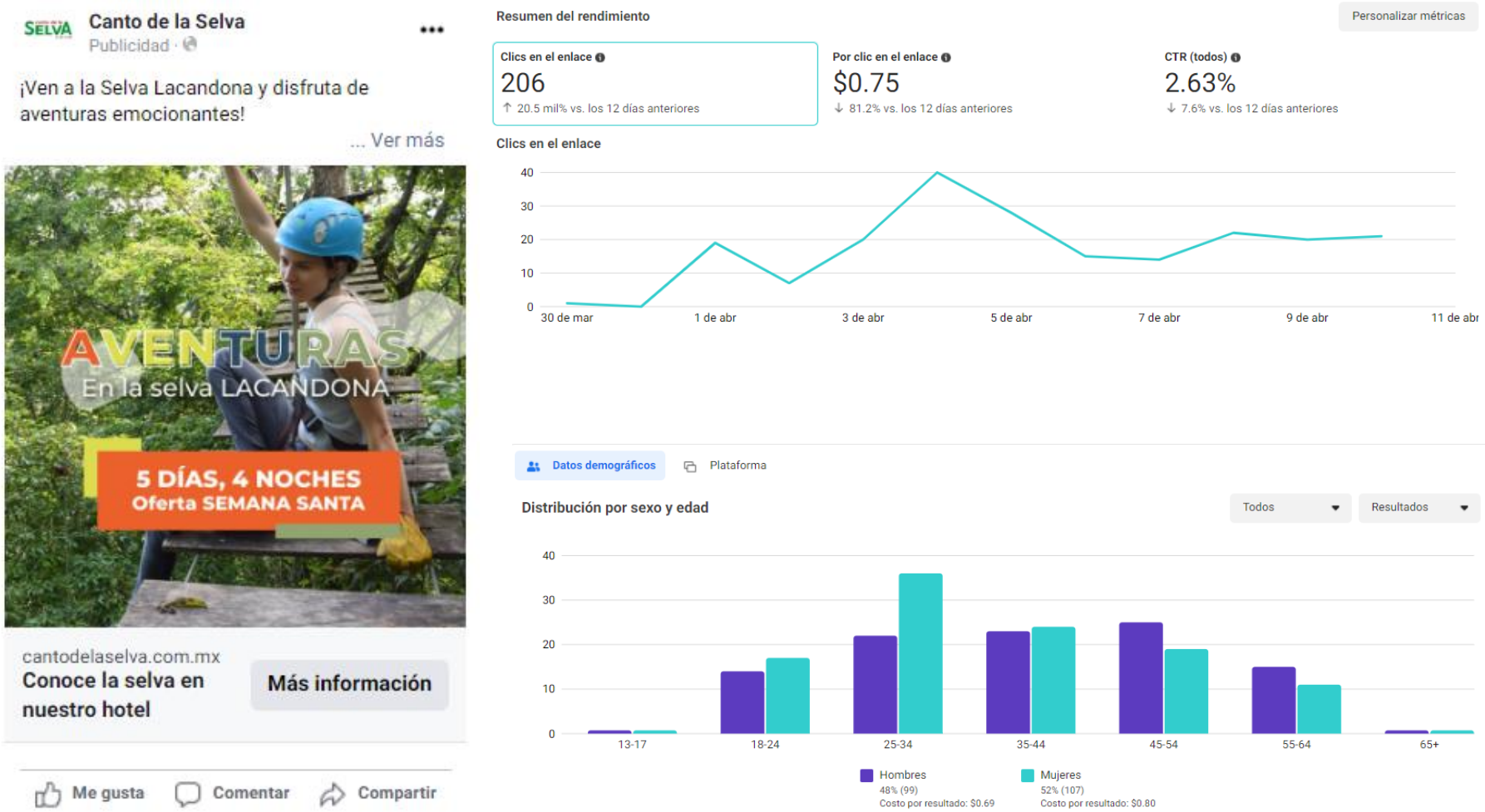


Figura 49. Paquete 5, Aventura en la Selva Lacandona: (izq.) anuncio en Facebook, (der.) tráfico generado en la red social.

La Campaña del Campamento Tamandua tuvo buen recibimiento a través de redes sociales, se enviaron mensajes a las personas interesadas a través de Facebook, posteriormente se decidió también incluir WhatsApp y aunque se atendieron los mensajes, ninguna de estas se concretó aún.

Aunque el costo de los paquetes es reducido, al público local aún le parece caro. Por ello, se han ido realizando ajustes a la campaña a distintos públicos para evaluar al público objetivo. Como se ha mencionado anteriormente el Campamento Tamandua está enfocado en la atención de grupos de estudiantes y ahora está intentando encontrar un nuevo público. Las escuelas poco a poco están regresando a actividades extramuros y se está iniciando el contacto con las alianzas que se tenían para reactivar el turismo.

III. Evaluación de la calidad de la atención a visitantes. Se analizará la satisfacción de la experiencia de los usuarios mediante encuestas a su salida y comentarios en las redes sociales.

Se realizó la evaluación de atención a visitantes de las empresas sociales hotel Canto de la Selva, Campamento Tamandua y Centro Ecoturístico Selvaje. Originalmente se esperaba iniciar la evaluación durante la temporada de semana santa en abril de 2020, pero en el mes de marzo de 2020 se suspendieron las actividades en las empresas por la contingencia sanitaria debido a la enfermedad COVID-19. Esta contingencia continuó hasta el mes de octubre de 2020 cuando se reanudaron las actividades.

Para realizar la evaluación de la calidad de atención a visitantes se llevaron a cabo estudios de opinión (encuesta de salida) en las empresas sociales de Marqués de Comillas, que realizan distintas actividades enfocadas al turismo. Con esta evaluación se muestra la opinión de los clientes con los productos y servicios ofrecidos, identificando fortalezas de las empresas, así como puntos débiles.

Desarrollo del proceso de medición, seguimiento y análisis

Se recopiló la información de la percepción del cliente de manera directa a través de una evaluación escrita (encuesta de satisfacción), y a través de mediciones indirectas que son proporcionadas por los empleados al recibir alguna queja o comentario, o bien, en las redes sociales de las empresas.

La evaluación fue descriptiva y de carácter cuantitativo porque es de gran interés saber el grado de satisfacción de la experiencia de los usuarios. La encuesta contiene 11 preguntas adecuadas a cada empresa (Anexo 3.2.4_2022-6). Cabe destacar que la encuesta sigue los lineamientos de la norma NMX-133-SCFI-2013 de sustentabilidad del ecoturismo.

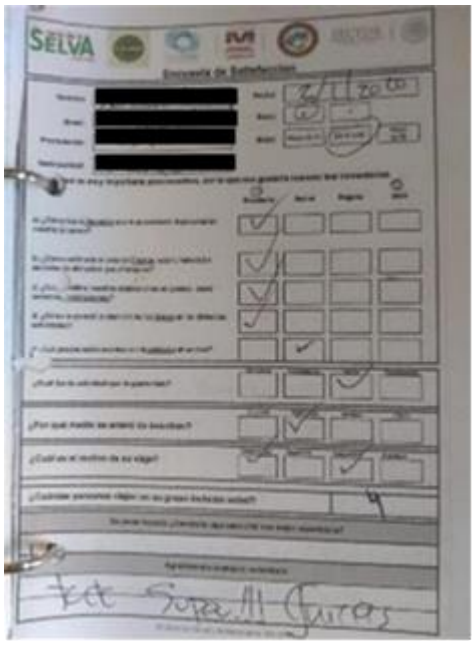


Figura 50. Encuesta de satisfacción elaborada por el hotel Canto de la Selva.

Por otra parte, algunas empresas anteriormente ya aplicaban encuestas de satisfacción desde años anteriores (Figura 51). Esta información fue recabada en una base de datos en Excel (Anexo 3.2.5_2022-6).

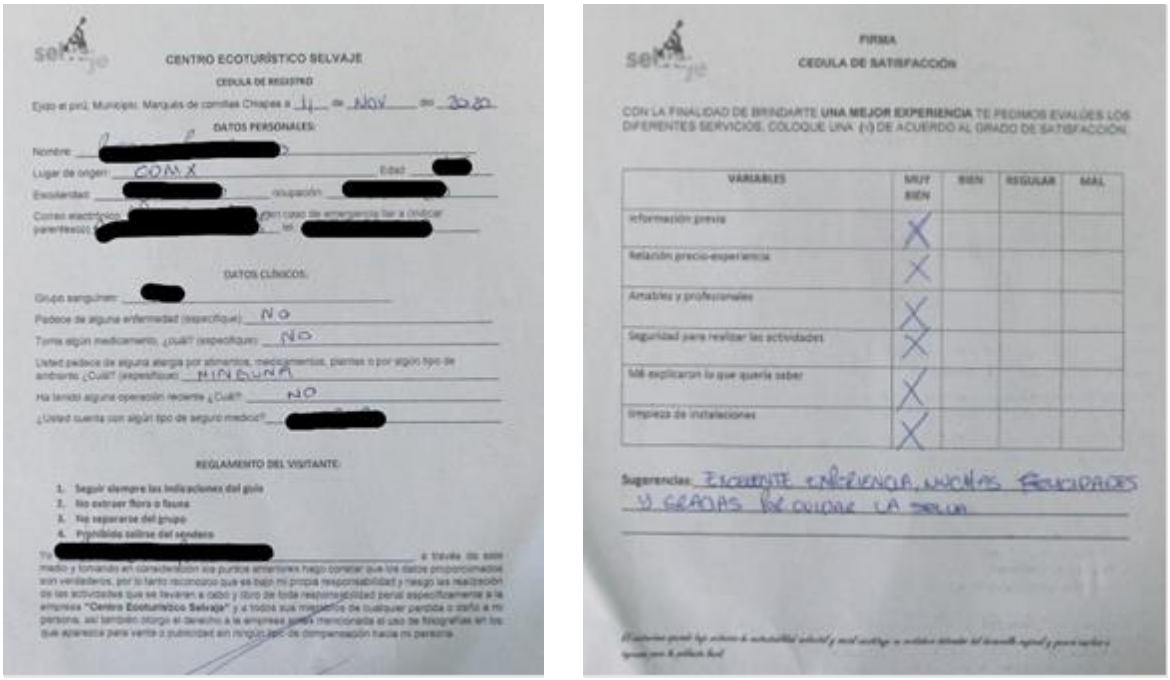


Figura 51. Ejemplo de encuesta de satisfacción utilizada en el centro ecoturístico Selvaje.

El tamaño de la muestra se pensó para toda la población de huéspedes que llegara durante los meses de abril y diciembre de 2020 (que son los picos de mayor número de visitantes en

la zona), pero debido al cierre de las empresas no fue posible realizar el muestreo del mes de abril de 2020. En el mes de octubre de 2020 se reiniciaron las actividades, se lograron recabar datos de diciembre de 2020, abril de 2021, diciembre de 2021 y abril de 2022.

Recopilación de la información

Se elaboró un formato en Excel para recopilar la información de las encuestas de satisfacción. Además, se recopilaron los datos de las páginas de Facebook y de TripAdvisor de las empresas.

El formato de la base de datos fue enviado a cada empresa para el llenado de la información y posteriormente se envió de vuelta al personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos para su análisis.

El hotel Canto de la Selva y el Campamento Tamandua no enviaron la información para el análisis. Por esta razón, en este análisis sólo se presentan los datos de Facebook y Tripadvisor.

El Centro Ecoturístico Selvaje envió la base de datos de las encuestas de satisfacción aplicadas en 2019, 2020 y 2021 al personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos (Figura 52). Desde octubre de 2020 se reinició la operación del centro.



Figura 52. Base de datos de las encuestas de satisfacción del Centro Ecoturístico Selvaje.

El mariposario La Casa del Morpho no ha aplicado las encuestas y no cuenta con encuestas anteriores y el Restaurante Bellavista inició operaciones intermitentemente y no se cuenta con material para el análisis, por ello, no se realizó el análisis de estas empresas.

Análisis de la información de las empresas

Canto de la Selva

El hotel Canto de la Selva cuenta con un total de 5,828 seguidores del perfil de Facebook, de las cuales 54.9 % son mujeres y 45.1% hombres como se muestra en la figura 53. Los rangos de edad del mayor número de seguidores son de 25 a 34 años. Cabe destacar que hubo un

incremento del 16.84% en los seguidores durante los dos años de duración del proyecto gracias a las campañas en redes sociales.

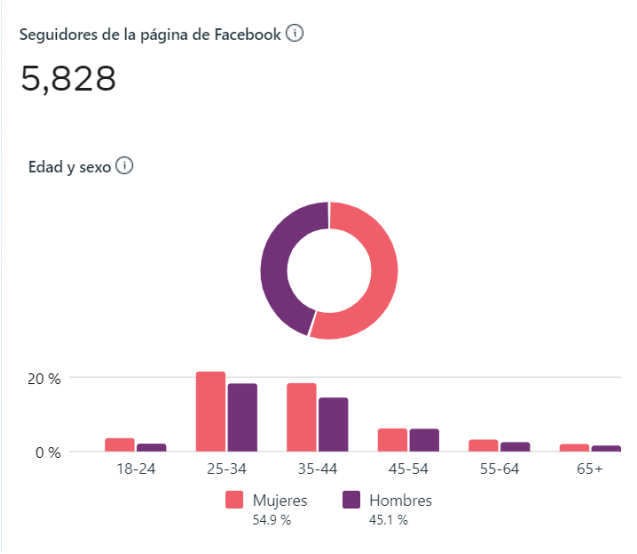


Figura 53. Seguidores del perfil de Canto de la Selva.

Los principales estados y municipios del país de donde provienen los seguidores son Ciudad de México, Tuxtla Gutiérrez, Villahermosa, Comitán de Domínguez y San Cristóbal de las Casas como se muestra en la figura 54.



Figura 54. Estados y municipios del país donde se ubican los seguidores del perfil de Canto de la Selva.

En cuanto a los países, las personas que les gusta la página de Facebook del hotel provienen principalmente de México y Estados Unidos como se muestra en la figura 55.

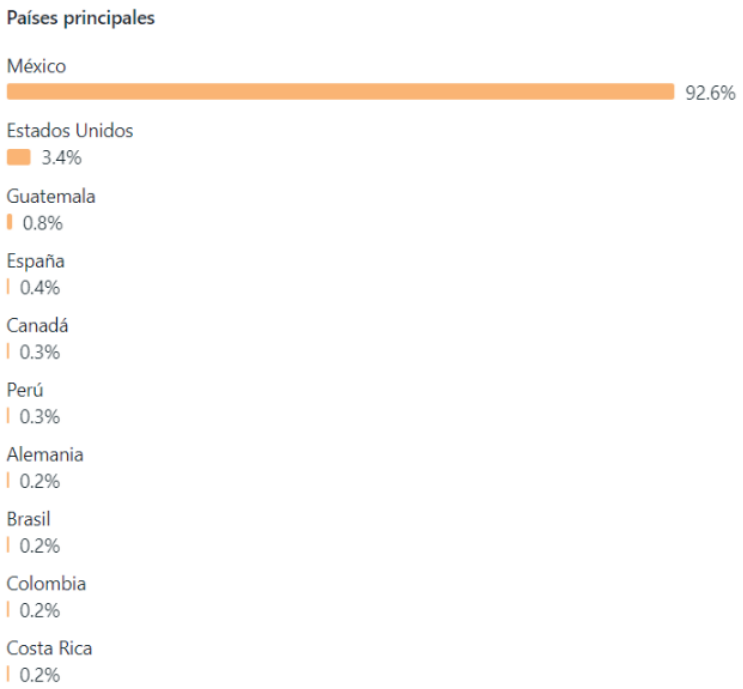


Figura 55. Países al que pertenecen los seguidores del perfil de Facebook del hotel Canto de la Selva.

No se encontraron comentarios evaluando la calidad del sitio, la mayoría de los comentarios son reacciones a los videos, fotografías y preguntas sobre costos de los paquetes. Muchas personas han optado por solicitar información de actividades y costos a través de Facebook, mismos que son atendidos por personal del hotel.

También se obtuvo la información del perfil de TripAdvisor del hotel Canto de la Selva. Se recopilaron los comentarios realizados por personas que visitaron el hotel. La información se clasificó como se muestra en la figura 56. Las calificaciones en su mayoría fueron excelentes, se elaboró un listado de las áreas calificadas y se indicó el número de menciones.

El servicio, la calidad de las habitaciones e instalaciones, la ubicación (estar inmerso en la selva) y la experiencia fueron las que más menciones de excelencia tuvieron. Hubo dos menciones calificadas como regular en accesibilidad, donde se menciona la lejanía de lugar y el camino de terracería.

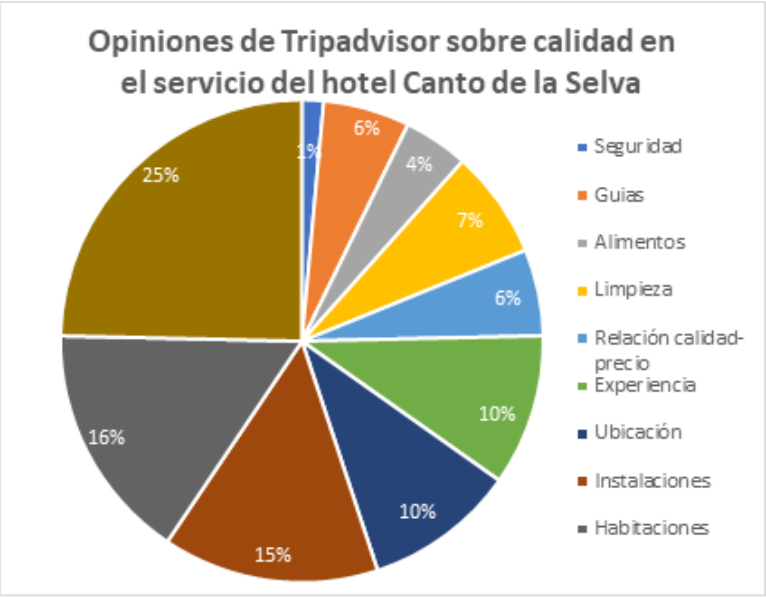


Figura 56. Opiniones obtenidas de TripAdvisor sobre la calidad del hotel Canto de la Selva.

El perfil de Instagram del hotel cuenta con 3,420 seguidores como se muestra en la figura 57 donde las mujeres son las principales seguidoras del perfil.

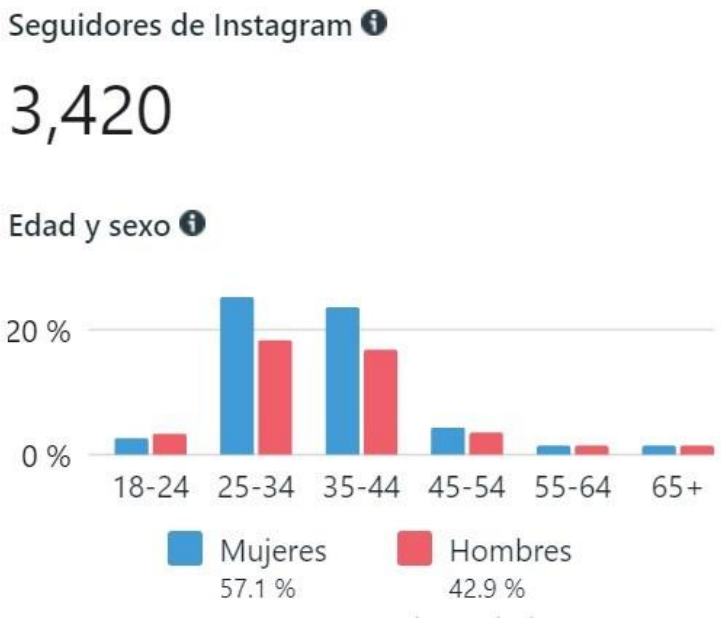


Figura 57. Seguidores del perfil de Instagram del hotel Canto de la Selva.

Campamento Tamandua

El Campamento Tamandua cuenta con 2,076 seguidores en Facebook, de los cuales 56% son mujeres y 43% son hombres. El mayor número de seguidores se encuentran en un rango de

edad de 25 a 34 años como se muestra en la figura 58. Los seguidores al perfil de Facebook se incrementaron en un 22.05% por el lanzamiento de las campañas, dándole más visibilidad.

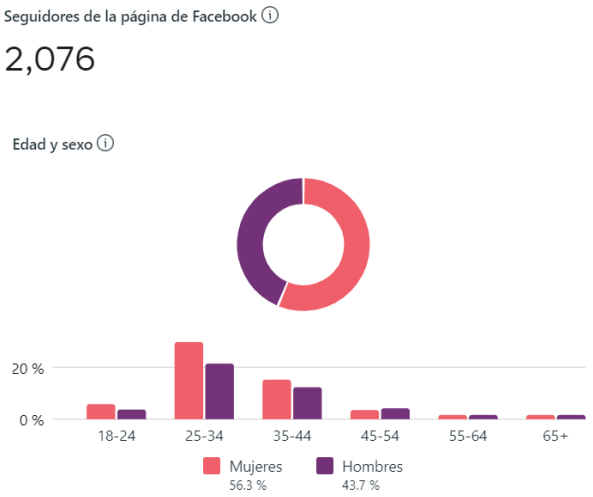


Figura 58. Composición de los seguidores del perfil del Campamento Tamandua.

La procedencia del mayor número de seguidores del perfil de Facebook del campamento es de Ciudad de México y Tuxtla Gutiérrez como se muestra en la figura 59.

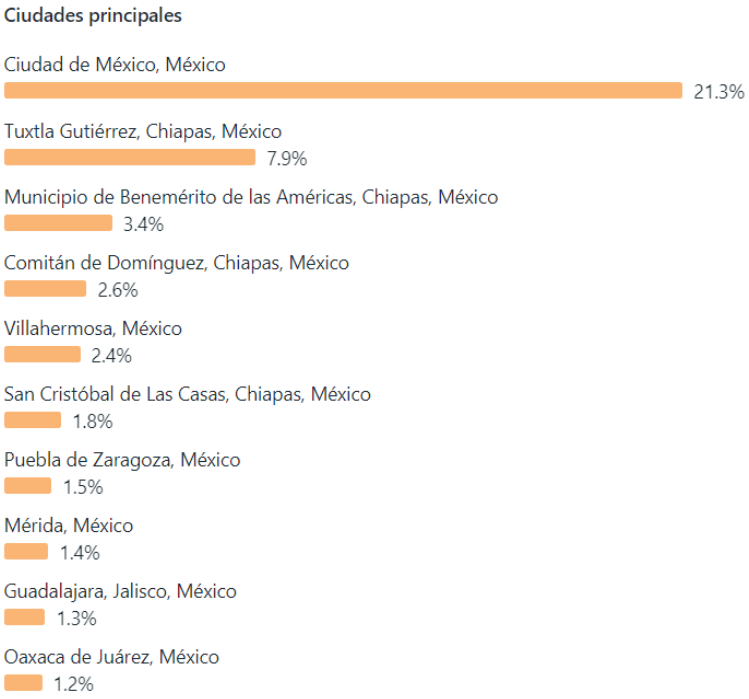


Figura 59. Procedencia de los seguidores del perfil de Facebook del campamento Tamandua.

En cuanto al país de donde provienen los seguidores es mayoritariamente México, y Estados Unidos en menor cantidad como se muestra en la figura 60.

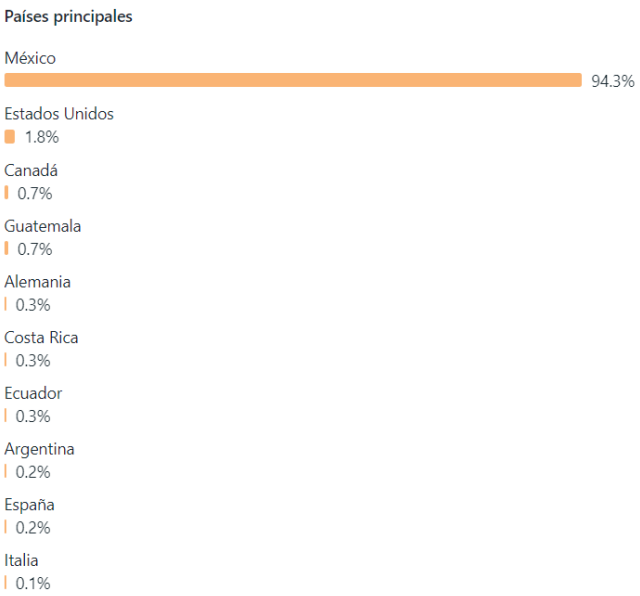


Figura 60. Países de donde proceden los seguidores del perfil de Facebook del Campamento Tamandua.

En el perfil de TripAdvisor se encontraron solamente 7 opiniones y todas fueron calificadas excelentes. En la figura 61 se muestran el número de menciones de excelencia siendo el servicio, limpieza, habitaciones y experiencia los que más menciones tuvieron.

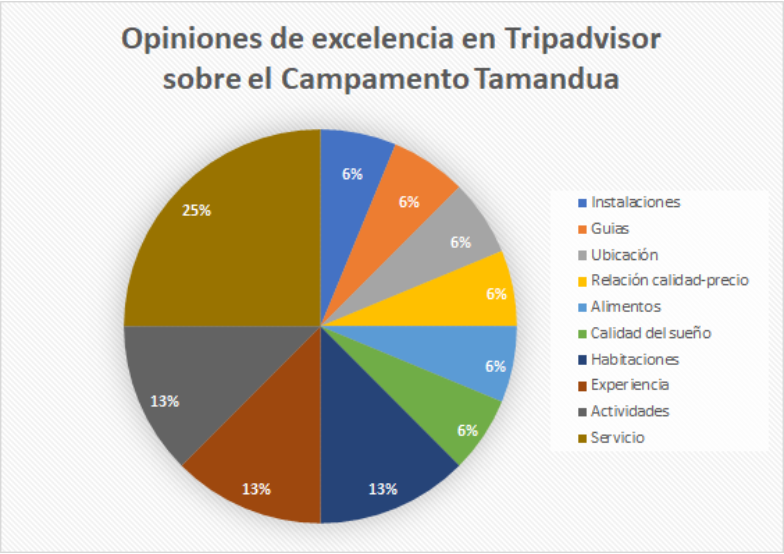


Figura 61. Opiniones de excelencia obtenidas de la plataforma de TripAdvisor del Campamento Tamandua.

Centro Ecoturístico Selvaje

En su perfil de Facebook, el Centro Ecoturístico Selvaje cuenta con 2,485 seguidores donde las mujeres son el principal público y el rango de edad que prevalece es de 25 a 34 años. Los seguidores se han incrementado en un 17.05% volviéndose más visibles por las campañas.

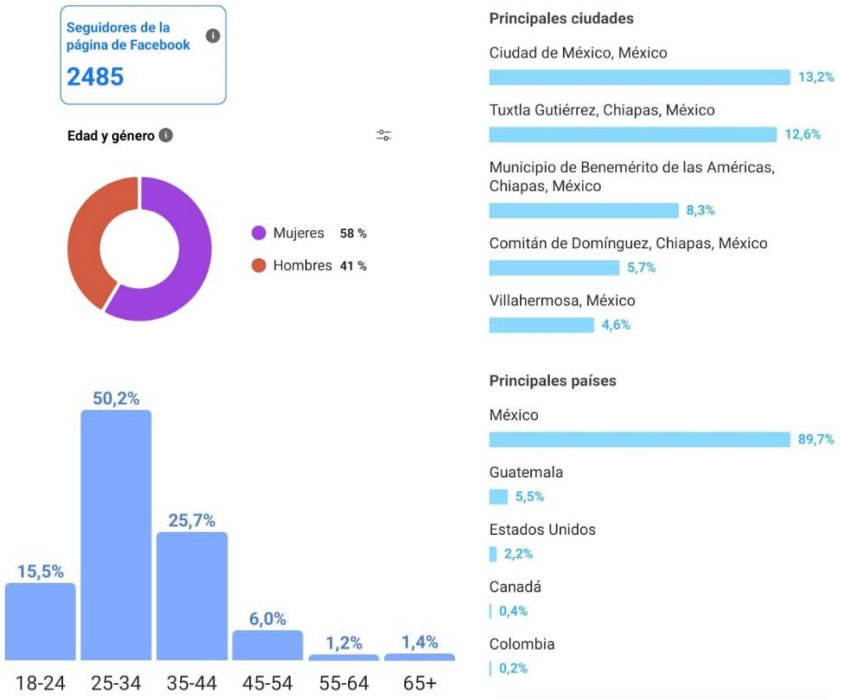


Figura 62. La procedencia del público en el perfil de Facebook es principalmente local y de la Ciudad de México.

Encuestas de satisfacción

Se analizaron los resultados de 792 encuestas de satisfacción que fueron aplicadas entre el 2019 y el 2022 para el Centro Ecoturístico Selvaje. Se identificaron las edades de los visitantes que van desde los 2 a los 81 años y se dividieron en rangos, como se muestra en la figura 63. Como se puede observar, las mujeres cuentan con el mayor número de visitas y los principales rangos de edad son 12 a 21 y 22 a 31 años.

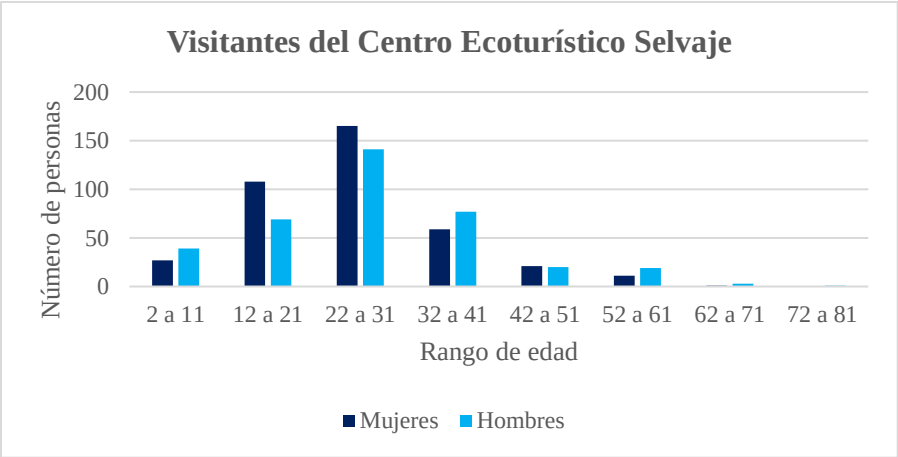


Figura 63. Sexo y rangos de edad de los visitantes al Centro Ecoturístico Selvaje.

Además, se analizó la procedencia de los visitantes y se separaron los datos entre localidades del estado de Chiapas, estados de la República Mexicana y otros países.

Con los resultados de las encuestas se identificó que un gran número de visitantes al Centro Ecoturístico Selvaje es población local. Las localidades de donde proviene el mayor número de visitantes son Benemérito de las Américas, Zamora Pico de Oro y Boca de Chajul, como se muestra en la figura 64.

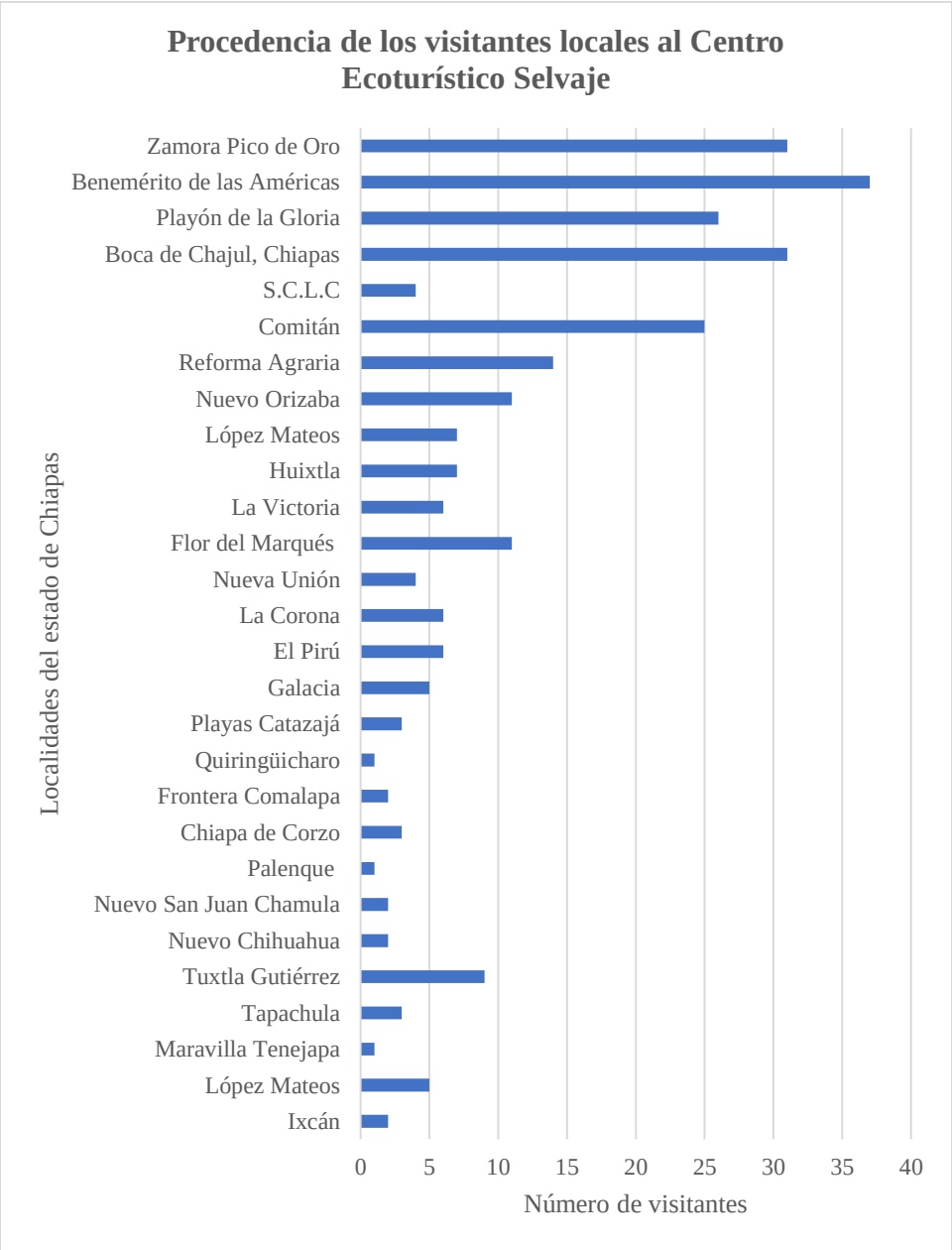


Figura 64. Procedencia de visitantes de comunidades del estado de Chiapas.

Los estados de la República de donde provienen la mayoría de los visitantes son Ciudad de México, Chiapas y Veracruz (Figura 65).

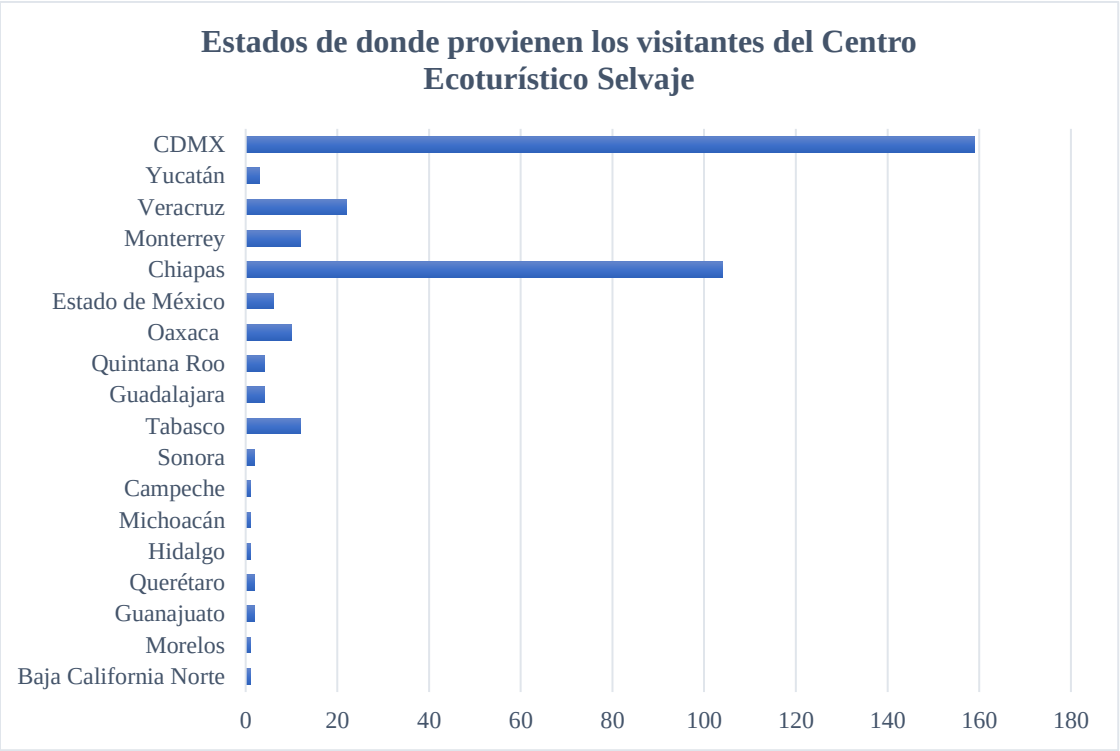


Figura 65. Estados de la República Mexicana de donde provienen los visitantes del Centro Ecoturístico Selvaje.

Además, se analizó la procedencia de los países que han visitado el Centro Ecoturístico Selvaje, y como se puede observar en la figura 66 los visitantes pertenecen principalmente a México, en segundo lugar con menor cantidad Guatemala, además de visitantes de otros 9 países.

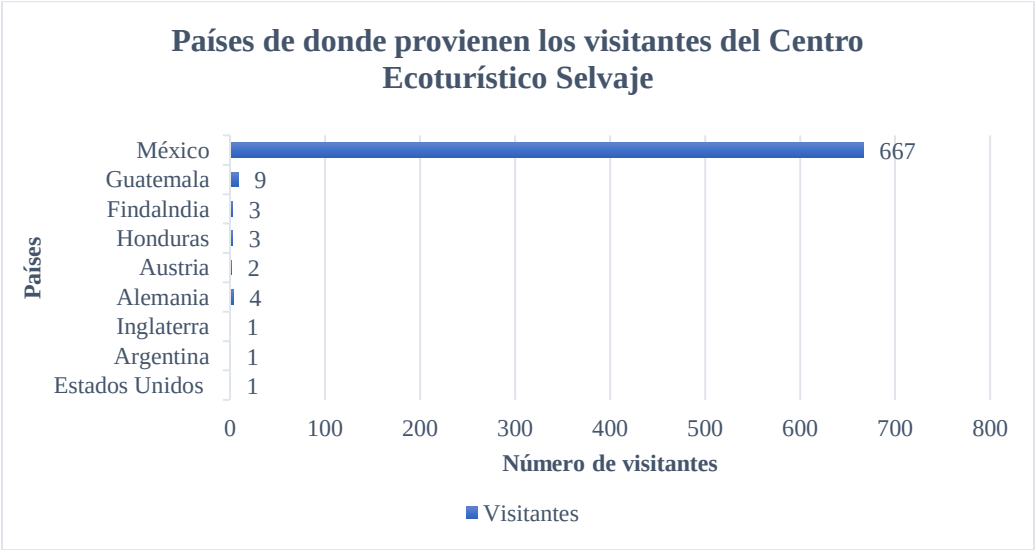


Figura 66. Países de donde provienen los visitantes del Centro Ecoturístico Selvaje.

En cuanto a la calidad de los servicios ofrecidos por el Centro Ecoturístico Selvaje, la figura 67 muestra que el servicio del personal y la atención de guías fueron los que mostraron mayores resultados de excelencia, mientras que en instalaciones y precios fueron calificados entre buenos y regulares, los resultados de las encuestas permiten oportunidades de mejora en estas áreas. En muchas de las encuestas no se calificó el servicio.

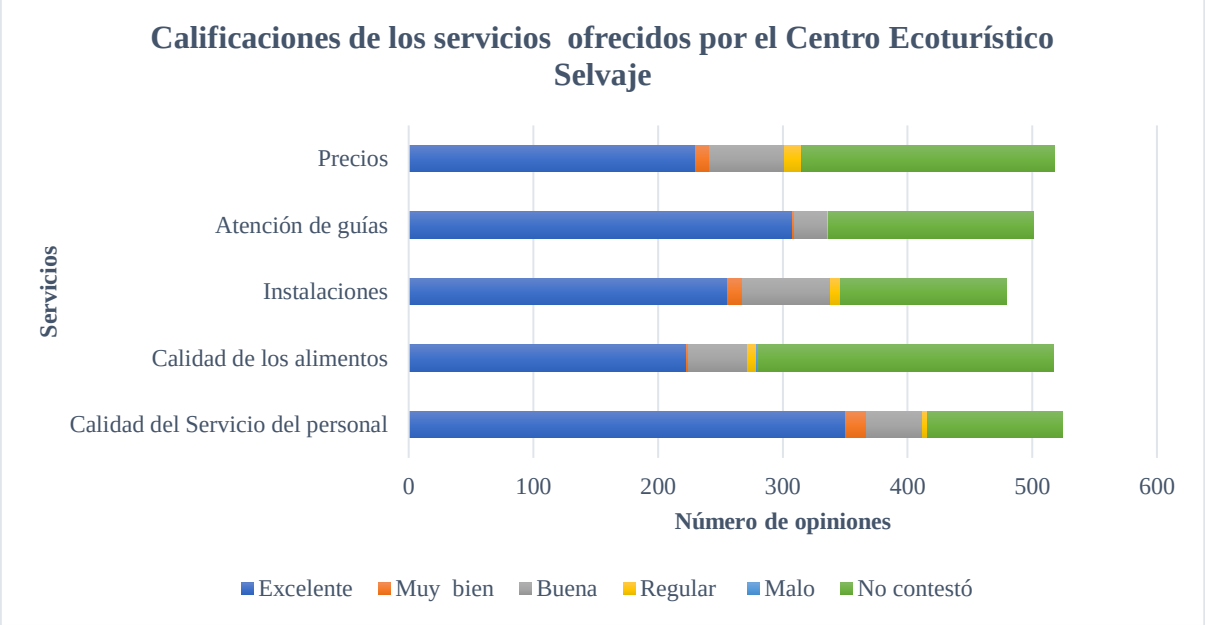


Figura 67. Calificaciones de los servicios ofrecidos por el Centro Ecoturístico Selvaje.

En cuanto a las actividades fueron los puentes y las aguas termales los que más les gustaron a los visitantes, manera pesar de que hubo muchas encuestas donde los clientes no contestaron esa pregunta (Figura 68). La bicicleta de montaña se introdujo en 2020 por lo que la mayoría de los encuestados no tuvo acceso a esta actividad.

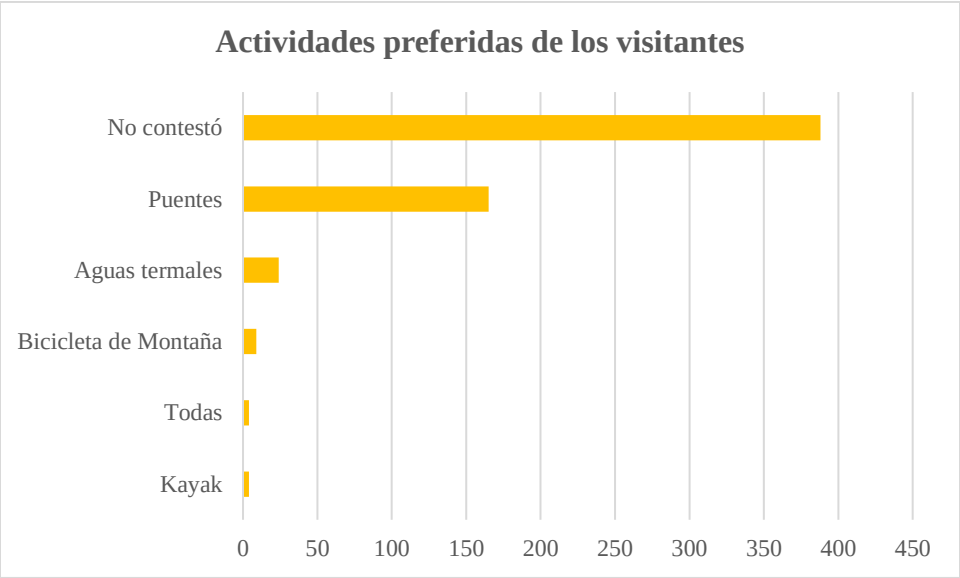


Figura 68. Actividades preferidas por los clientes del Centro Ecoturístico Selvaje.

Los medios por los que los visitantes se enteraron del Centro Ecoturístico Selvaje fueron principalmente por recomendación, otro medio no especificado e internet (Figura 69). La mayor parte de las encuestas no respondieron a esta pregunta.



Figura 69. Medio de comunicación por los que los clientes conocieron el Centro Ecoturístico Selvaje.

Los principales motivos por los que los turistas fueron al Centro Ecoturístico Selvaje fueron vacaciones, aventura, trabajo y naturaleza (Figura 70).

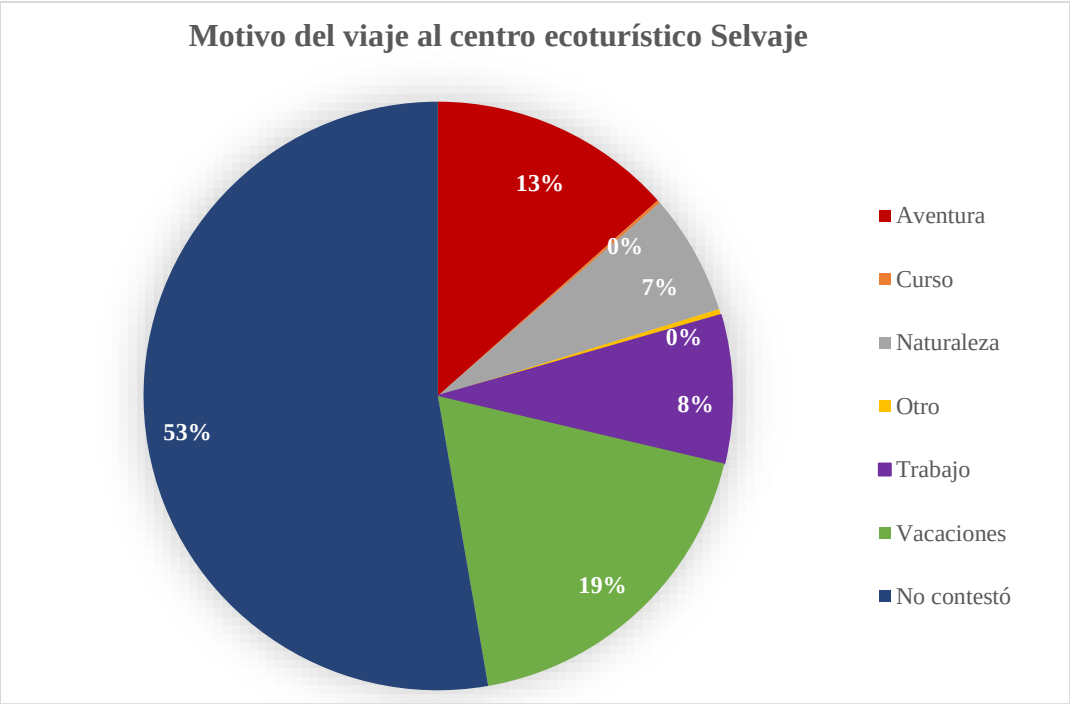


Figura 70. Motivo del viaje al Centro Ecoturístico Selvaje.

En general el público que participa y comenta más las publicaciones de todas las empresas son mujeres y, en general, el cliente principal de las empresas proviene de la Ciudad de México. En el caso de Selvaje, los visitantes locales son sus clientes primarios. Con esta información se pueden dirigir mejor las campañas publicitarias. Aunque sí hay presencia internacional en las empresas, el público principal es mexicano.

Como se ha mencionado anteriormente, la operación de las empresas se encuentra en recuperación después del periodo agudo de la pandemia por COVID-19 y, por ello, el número de visitantes no es constante. Los datos obtenidos de las encuestas de satisfacción no son suficientes para tener resultados representativos de la calidad del servicio y del turista que visita, pero su análisis sí ha brindado información sobre la calidad en el servicio de las empresas sociales y las áreas donde hay oportunidades de mejorar.

IV. Seguimiento de la operación de las empresas sociales e identificación de las necesidades de reposición de equipo y mobiliario.

Como parte del acompañamiento que se da a las empresas sociales ecoturísticas, se les asesora en cuestiones operativas y de organización, además de apoyar para el reemplazo o reparación de equipo y mobiliario y el mantenimiento de las instalaciones. Estas labores se realizan mediante el trabajo cotidiano y la comunicación continua con las empresas, de forma que se atienden los problemas y necesidades de cada empresa de forma oportuna.

Al igual que en otros aspectos de este trabajo, la declaratoria de pandemia afectó estas labores. El 30 de marzo de 2020 se suspendieron todas las actividades no esenciales debido a la contingencia sanitaria COVID-19. Las empresas ecoturísticas suspendieron las actividades de: atención a grupos, capacitaciones, trámites presenciales que requerían movilidad a Palenque, Tuxtla y Comitán y actividades que requirieran la movilización entre comunidades. Sólo se realizaron las actividades de mantenimiento y vigilancia.

El equipo de ecoturismo de Natura y Ecosistemas Mexicanos tuvo que suspender también sus salidas al campo, debido a que todas las acciones de campo de este equipo requieren reuniones con la gente. Sin embargo, el contacto con las empresas se mantuvo durante ese periodo vía telefónica, a través de videollamadas, mensajes de WhatsApp y correo electrónico para dar seguimiento a las actividades esenciales y asuntos urgentes.

Como preparación para la reapertura de las empresas, se adquirió equipo para la prevención del COVID-19 y la protección del personal y visitantes: cubrebocas, caretas, lentes de seguridad, guantes, termómetros digitales, alcohol en gel y tapetes sanitizantes.

Además, el personal de las empresas recibió capacitaciones sobre el uso del equipo y el protocolo de sanidad en sus instalaciones como se describe en el objetivo 4 de este proyecto. También se elaboraron materiales impresos sobre las medidas de prevención del COVID-19 que se exhiben en las instalaciones.

Una vez que los contagios de COVID-19 disminuyeron y las autoridades progresivamente levantaron las restricciones, se regresó a las labores habituales con las empresas. Así, durante el resto del periodo del proyecto se asesoró y trabajo en conjunto con las empresas para que estuvieran listas para la reapertura y el regreso de los turistas.



Figura 71. Izquierda: Letrero de medidas sanitarias para la prevención de contagios de COVID-19 en La Casa del Morpho. Derecha: Guías de campo de Selvaje utilizando el equipo de protección adquirido.

Canto de la Selva

El hotel ecoturístico Canto de la Selva operó normalmente hasta la contingencia sanitaria en marzo de 2020. Al comenzar la declaratoria de pandemia por COVID-19 el hotel decidió cerrar sus actividades turísticas como parte de su compromiso para garantizar la seguridad de sus visitantes y empleados. Emitió un comunicado el día 24 de marzo para informar al público en general, publicado a través de sus redes sociales. Se enviaron además correos electrónicos personalizados a las personas que contaban con reservación para fechas cercanas(Figura 72).



Canto de la SELVA

Nuevo Centro de Población Ejidal Galacia, Municipio Marqués de Comillas, Chiapas

A 24 de marzo 2020

COMUNICADO

La Sociedad de Producción Rural "La Selva de Galacia" Propietaria y operadora del Centro Ecoturistico Certificado **Canto de la Selva**. Hace del conocimiento al público en general, que de común acuerdo con nuestros colaboradores, Agencias de viajes, Tour Operadores, Guías turísticos, y Familias que por cuenta propia tenían agendada reservas en la última semana de marzo y la temporada vacacional del mes de abril estas se han reagendado para fechas posteriores. Lo anterior debido a la contingencia sanitaria generada por el COVID-19.

Derivado de esta situación y con la finalidad de sumarnos a la lucha contra la propagación del COVID-19. Buscando primordialmente contribuir a la protección de la salud e integridad de nuestra comunidad. **Cerramos y suspendemos temporalmente todos nuestros servicios** a partir de hoy 24 de marzo de 2020 hasta nuevo aviso. Estaremos comunicando las fechas de reinicio de actividades de acuerdo al entorno nacional del sector turístico y en base a las recomendaciones oficiales del sector salud.

Aprovechamos la oportunidad para exhortar a la comunidad a seguir aplicando las medidas de prevención para evitar contagios y ratificamos el compromiso de nuestra sociedad de trabajar velando por la salud e integridad de nuestra comunidad.

Atentamente:

Consejo administrativo La Selva de Galacia S.P.R. de R.L.

Figura 72. Comunicado emitido por el Consejo Administrativo del hotel Canto de la Selva del cierre temporal del hotel por la contingencia del COVID-19.

El hotel se mantuvo cerrado hasta octubre del mismo año. En el momento del cierre, se tenían confirmadas (reservaciones pagadas) a 119 visitantes. Algunas de estas personas decidieron posponer sus viajes para los meses de octubre y noviembre y otras personas cancelaron su visita. Dado que la mayoría de los visitantes del hotel reservan cerca de la fecha de su llegada o bien llegan sin reservación, fue difícil cuantificar la pérdida de todo el año.

Durante el segundo semestre de 2020, Canto de la Selva realizó mantenimiento a sus instalaciones (Figura 73), con un donativo de la Fundación del Empresariado en México A.C. (Fundemex) que otorgó para enfrentar el cierre por COVID-19. Con éste fue posible pagar jornales a los empleados del hotel durante dos meses, lo cual fue alentador para los empleados porque no habían recibido ningún pago desde el cierre del hotel en marzo.

También, en el mes de octubre se realizó un trabajo de sanitización y fumigación de las instalaciones del hotel de acuerdo con su calendario de mantenimiento.



Figura 73. Actividades de mantenimiento en las instalaciones del hotel Canto de la Selva.



Figura 74. Sanitización y fumigación de las instalaciones de Canto de la Selva.

En el mes de noviembre del mismo año hubo dos fuertes huracanes, Eta e Iota, que afectaron a Centroamérica y Chiapas. Las fuertes lluvias llevaron a que en Guatemala se desfogara una presa dentro de la cuenca del río Lacantún. Como consecuencia, hubo una fuerte creciente del río que, al ser causada por la liberación de una presa, traía consigo muchos lodos y sedimentos. Este evento afectó severamente las instalaciones del hotel Canto de la Selva.



Figura 75. Daño generado por el lodo acumulado por la creciente del río Lacantún en los senderos del hotel Canto de la Selva.

Importantes cantidades de lodo se acumularon en todo el terreno por donde pasó la creciente, es decir, en todo el terreno del hotel, el camino de acceso y los terrenos de siembra alrededor (Figura 76). Además, la fuerza del agua fue tal que cambió el cauce del río, abriéndose nuevo camino y llevándose en su curso extensas áreas de tierra de cultivo. Como resultado el área conocida como El Jolochero, donde se ubica el hotel, ahora es una isla. Esto significó que la afectación a los miembros de la comunidad no se redujo a los meses de la inundación ni solamente a la pérdida de las cosechas de esa temporada, sino a la imposibilidad de los campesinos, dueños y trabajadores, de regresar al área de trabajo.



Figura 76. Camino saca cosecha destruido por la inundación en El Jolochero.



Figura 77. Foto satelital de El Jolochero. Izquierda, antes de la inundación. Derecha, inundación del día 3 de diciembre provocada por el huracán Iota. Se puede observar el cambio del cauce del Río Lacantún cortando por su parte más delgada al Jolochero, dejando aisladas las tierras de cultivo y Canto de la Selva.

Durante diciembre de 2020 y el primer semestre de 2021, el hotel continuó con las tareas de limpieza del sendero de entrada y los senderos dentro de las instalaciones afectados por la inundación.

Por otro lado, dado que el hotel quedó aislado, se han requerido adaptaciones en la operación y logística. Anteriormente los trabajadores y visitantes podían llegar hasta las instalaciones del hotel vía terrestre, pero con el cambio de cauce del río el acceso al hotel debe ser mediante movimiento de lanchas, implicando mayor costo y tiempo. Otras adaptaciones necesarias han sido un nuevo estacionamiento y un segundo embarcadero, para lo que se adquirió un predio de media hectárea.

En este predio se comenzaron las obras de adecuación desde el mes de febrero de 2021, en el que se aplanó el terreno con maquinaria y se cubrió de grava para evitar enlodamientos en la temporada de lluvias. Sin embargo, con la siguiente temporada de lluvias y crecida del río se observó que éste tiene mucha fuerza en ese sitio y continuó modificando la ribera. Por ello, actualmente se utiliza un embarcadero habilitado a nivel ejidal, en un punto río arriba cerca del camino hacia el Jolochero.

Con el paso de los meses y los cambios en el cauce, en el primer semestre de 2022 se formó una barra de arena y sedimentos de casi 2 kilómetros. Esto implica que la entrada al hotel es en dirección inversa a como era en el pasado. El nivel del agua está bajando rápidamente por azolvamiento y las lanchas tienen que circular muy despacio, sobre todo en época de secas. El trayecto más largo que debe recorrer la lancha para llegar está incrementando los costos para la logística del hotel, el movimiento de personas y de abasto. Una vez que empiece la temporada de secas de 2022-2023, se verá el comportamiento del río y se evaluarán alternativas para ajustar la infraestructura a las nuevas circunstancias.

Por otro lado, el hecho de que el acceso a Canto de la Selva es únicamente por navegación en el Río Lacantún ha tenido buena respuesta de los clientes, quienes lo ven como un atractivo al sentirse alojados en un lugar más aislado y exclusivo. También, con los cambios en el río se está formando una laguna que atrae a fauna silvestre y es positivo para los visitantes.

Durante el segundo semestre de 2021, se realizaron diversos trabajos de mantenimiento a varios equipos del hotel. Los trabajos realizados consistieron en el mantenimiento de los congeladores del área de la cocina y suministro, de la estufa y del generador de gasolina. También, se trabajó en el sistema de energía solar de las habitaciones realizando algunos cambios de baterías y se dio mantenimiento del ventilador de una habitación y de los calentadores solares. Además, se hicieron reparaciones a la lavadora y a los calentadores de gas. (Figura 78 y Anexo 3.2.6_2022-6)



Figura 78. Quemadores de la estufa industrial y congelador solar previo a su reparación.

En cuanto a la infraestructura, parte del mantenimiento que se requirió fue debido a la caída de árboles y una ligera inundación que se tuvo en el mes de agosto de 2021 en las instalaciones del hotel (Figura 79). Adicionalmente, se repararon problemas en el repello del techo de la sala de televisión y bar.



Figura 79. Izquierda: árbol que dañó infraestructura de habitaciones; derecha: inundación de los andadores en agosto de 2021.

En el primer semestre de 2022, se continuó con diversos trabajos de mantenimiento. Respecto a los sistemas termo solares (calentadores de agua solares) se realizaron reparaciones, revisión de componentes eléctricos y limpieza de la tubería de agua caliente en las habitaciones 2, 3, 4, 5, 6 y 7. En las habitaciones 2, 3 y 4 se hizo además el cambio de tubo termo solar y base de plástico.

Por otro lado, se realizó la revisión y reparación de equipos de bombeo de agua en el pozo y la cisterna. También, se reparó una fuga detectada en la cisterna (Figura 80).



Figura 80. Reparación de equipo de bombeo de agua.

En la cocina, se hizo chequeo de la estufa industrial y se hicieron los arreglos necesarios de forma que no existan problemas durante la atención a grupos. También en el área de servicio, se realizó limpieza y reorganización del área del generador (Figura 81).



Figura 81. Mejoras en el área de servicio: limpieza y reparación de componentes de estufa industrial, limpieza y organización del área del generador.

En el área de andadores se colocaron letreros con información sobre el hotel, las instalaciones y las actividades, la ubicación de las cabañas y con marcadores para cada cabaña (Figura 82).



Figura 82. Instalación de letreros en andadores del hotel.

Finalmente, se realizó limpieza profunda general y revisión y reparación de techos (Figura 83).



Figura 83. Limpieza general y reparación de techos.

En cuanto al tema de las afectaciones por la creciente del río a fines de 2020, se dio seguimiento a la situación y apoyo logístico continuo por parte de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Una vez que el nivel del río disminuyó se convocó a una reunión en el mes de

diciembre de 2020, en la que personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos escuchó a los ejidatarios de Galacia afectados por la inundación. Esta participación fue importante para orientar la elaboración de una carta dirigida al gobierno federal para solicitar apoyo, informar de la magnitud de los daños y llamar atención a la afectación de sus parcelas de trabajo (Figura 84) estableciendo que se busca evitar el cambio de uso de suelo en nuevas áreas.



Figura 84. Parcela agrícola en El Jolochero después de la inundación.

Para sustentar este documento se levantó un censo de las familias afectadas, los empleos y los recursos perdidos por la inundación en las parcelas de trabajo. El resumen de estos números se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Resumen de resultados de censo en el ejido Galacia de afectación a causa de la creciente del río en noviembre de 2020.

Familias afectadas	*Número de dependientes*	*Área afectada (ha)*	*Ingreso anual en riesgo ($)*	*Derrama anual por empleos en área afectada*	*Empleos generados (jornales)*	*Área arrastrada por el río (ha)*
36	146	249.75	$8,340,300.00	$2,585,200.00	16,024	26.5

En el censo no se tiene el dato de las edades ni origen de los jornaleros (trabajadores) que perciben ingresos por el trabajo en las parcelas afectadas. Sin embargo, por las afirmaciones de los afectados se infiere que son es su gran mayoría avecindados de origen guatemalteco y jóvenes de la comunidad.

Esto deja ver escenarios posibles de riesgo ambiental y social. Por un lado, la demanda de las familias por ingresos y en particular para los jóvenes empujaría a algunas familias a deforestar otras áreas de selva que se habían mantenido en pie para su conservación, como en la zona del ejido conocida como “el rincón del norte”, área bajo conservación con PSA,

que colinda con las reservas de otros ejidos. Esta zona se encuentra en tierras altas de suelos pobres en comparación con los del Jolochero (tierra de vega o ribera). Es imperante evitar que estas tierras sean convertidas en agricultura pues, por un lado, forman parte de un corredor biológico muy importante y. por el otro, son productivamente muy ineficientes.

Por otro lado, la disminución de los ingresos a las familias de Galacia, incluso abriendo tierras a la agricultura, podría causar que parte de su población, jóvenes principalmente, migre en busca de empleo hacia algunas ciudades del país o bien, hacia Estados Unidos de América.

En el mes de febrero de 2021 se tuvo una reunión de personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos y la directiva de Canto de la Selva y autoridades del ejido de Galacia, en la cual se hicieron propuestas para la situación actual de El Jolochero. Entre las propuestas se mencionó la posibilidad de realizar un ordenamiento a nivel ejidal para repensar y decidir sobre el uso de la tierra del ejido. Incluyendo el escenario que, ante la imposibilidad de continuar trabajando en El Jolochero, se comience un trabajo integral de restauración de las tierras liberadas. Por ahora se restauraron 2 hectáreas con un arreglo agroforestal, utilizando especies frutales y maderables.

Por último, dado que la inundación tuvo su origen por el desfogue de represas en Guatemala sin avisar a las poblaciones río abajo, en el mes de abril de 2021 las autoridades ejidales y la directiva de Canto de la Selva se pusieron en contacto con un abogado quien propuso levantar una demanda contra quien resulte responsable por los daños causados, las cosechas y lo que no podrán trabajar en las parcelas aisladas por el cambio del cauce del río Lacantún. Se inició la recopilación de los documentos de los afectados y de la carta que fue enviada a las dependencias de gobierno. Sin embargo, debido a los costos del proceso, el ejido decidió no proceder con la demanda.

La Casa del Morpho

En la Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre “La Casa del Morpho”, durante el periodo de este proyecto se hicieron todas las mejoras y reparaciones necesarias en el taller de artesanas, insectario y laboratorio. También, se hicieron adquisiciones de equipo para optimizar su operación y para mejorar la seguridad del taller.

<u>Operación</u>

En cuanto a la operación, La Casa del Morpho se ha mantenido con trabajo constante, con pocas afectaciones por el cierre de COVID-19, pues las artesanas pudieron trabajar en un inicio desde casa y luego con todas las medidas sanitarias en el taller. A pesar de que durante ese periodo se detuvo la llegada de visitantes y con ello las ventas en mostrador, la empresa pudo seguir produciendo artesanías para pedidos especiales y para otros puntos de venta.

Durante los primeros meses de 2020 se recibieron visitantes de grupos esporádicamente y en el mes de marzo se recibió un grupo de alumnos del Colegio Humanitree, alojado en Campamento Tamandua. En el mes de marzo, con la cancelación de grupos en las empresas

Campamento Tamandua y Canto de la Selva, la afluencia de visitantes disminuyó considerablemente. Por ello, la directiva decidió cerrar las instalaciones al público para la visita del exhibidor de mariposas y únicamente abrir para la venta de artesanías con el flujo de personas controlado.

Posteriormente, durante el verano de 2020 se recibieron varios pedidos de artesanías que requirieron trabajo intenso de las artesanas. Esto comenzó con la compra de la totalidad del inventario por parte del Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (Fonart) y continuó con el pedido de 400 platos por parte de un cliente privado, seguido de otros pedidos privados conseguidos a través de las redes sociales.

Para el pedido de 400 platos (comprados por un cliente de la Ciudad de México), las artesanas realizaron nuevos diseños y trabajaron intensamente. El personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos acompañó todo el proceso y fue el enlace con el cliente. Todas estas actividades se realizaron con las medidas de seguridad necesarias para la prevención de la propagación del virus COVID-19 (Figura 85).



Figura 85. Artesanas de la UMA La Casa del Morpho elaborando artesanías en el taller.

El trabajo de planeación, diseño y ejecución del pedido fue un proceso importante para La Casa del Morpho. La empresa se enfrentó a muchos obstáculos que logró superar favorablemente para cumplir en tiempo y forma con el pedido. El principal obstáculo fue trabajar en condiciones de pandemia, lo que en un inicio requirió la decisión de la directiva y la consulta a las artesanas. Una vez aceptado el compromiso de atender el pedido, éste fue puntualmente cubierto. Otros obstáculos fueron: la disponibilidad de la materia prima, la creación y elaboración de cerca de 20 diseños nuevos, la actualización y seguimiento del inventario y el transporte del producto final a la Ciudad de México. Todo el proceso requirió una fuerte reflexión de los socios de la empresa, de las artesanas y del equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos. El nivel de dificultad fue muy alto debido a que el pedido de 400 platos, que superaba por mucho el volumen de producción de todo un año, tenía que elaborarse en el lapso de 2 meses. El proceso generó tensiones, pero se lograron superar todos los obstáculos y retos de una forma ordenada y con la asistencia de Natura y Ecosistemas

Mexicanos. Esto, además de una ganancia significativa para la empresa y las artesanas, dejó muchas lecciones positivas organizativas. Además, las artesanas continuaron con un buen ritmo de trabajo que se tradujo en una actividad muy intensa en el resto del año.

La organización y supervisión de todo el proceso de elaboración de los 400 platos la llevó a cabo el personal técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos *in situ* y vía remota por mensajes y videollamadas.

Los platos fueron empacados y entregados al cliente en dos paquetes a mediados y finales de agosto (Anexo 3.2.7_2022-6). El ingreso por este pedido a La Casa del Morpho fue un gran avance para la empresa, el cual se asemeja a la venta anual promedio de mostrador, lo cual fue un incentivo importante para los socios y las artesanas.

La dinámica de trabajo continuo, que comenzó con trabajo para el pedido grande en 2020, ha permitido que las artesanas y el resto del equipo hayan encontrado formas más eficientes de trabajo y coordinación entre ellos. También durante el segundo semestre de 2020 las artesanas y la directiva han participado activamente en webinars de diferente índole como "Aspectos fiscales para el turismo de naturaleza" que impartió el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES) a finales de noviembre.

Además, con la capacitación en el uso de redes sociales y en el uso de la caja de luz para tomar fotografías de las artesanías (reportado en la Acción 4.2 del Objetivo 4), se han mejorado las fotos de las artesanías que se están usando para catálogos que solicitan los clientes y para publicaciones en línea.



Figura 86. Fotografías tomadas usando la caja de luz y publicadas en redes sociales.

Como se mencionó anteriormente, en la UMA La Casa del Morpho se realizaron varias reuniones con la directiva y la asamblea general. Como resultado se logró elaborar el acta pendiente con cambios durante el mes de marzo 2021. Además, se terminó la actualización

de costos de artesanías con alas de mariposas y se elaborarán catálogos con los nuevos diseños de artesanías.

En la asamblea del 10 de abril de 2021 se presentó el estado de resultados del ejercicio 2020, año en el que se tuvieron ventas extraordinarias por dos pedidos de gran volumen y porque la disminución en las ventas al mostrador no fue tan grande, incentivando el trabajo durante todo el año. El monto correspondiente al reparto de dividendos fue de $150,302, con lo que el reparto por hectárea de selva conservada fue de $723. Este monto para repartir ha sido el más alto desde que inició operaciones La Casa del Morpho.

Otros resultados favorables se dieron por los empleos que la UMA genera para las familias de los socios, quienes ingresaron $119,780 por las labores de artesanas, de colecta de mariposas, de apoyo administrativo y mantenimiento de las instalaciones.

Sumando el pago por trabajo al monto de dividendos repartidos, los ingresos entre las familias de la sociedad de La Casa del Morpho ascendió a $276,557, el monto más alto desde que el trabajo de carpintería se ha contratado fuera de la empresa (Figura 87).

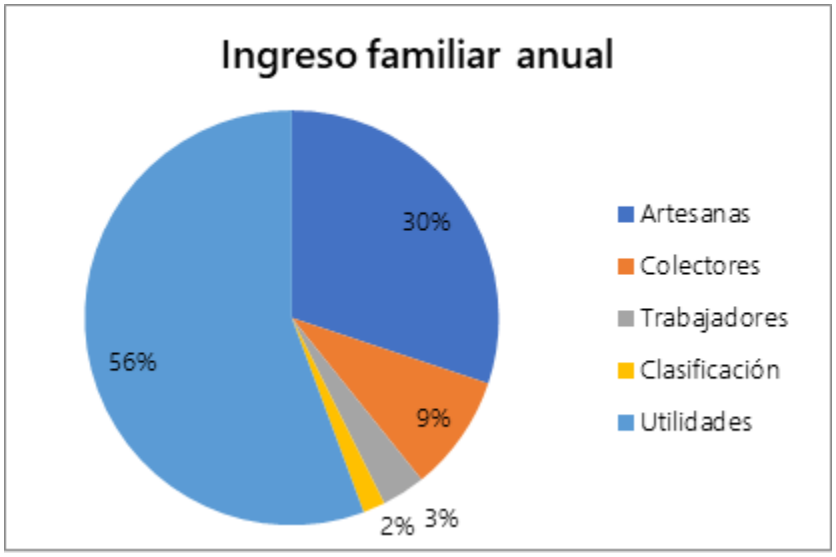


Figura 87. Proporción de origen de los ingresos a las familias de los socios de La Casa del Morpho.

Por otra parte, el programa gubernamental de Jóvenes Construyendo el Futuro aceptó a La Casa del Morpho para participar en el programa como centros capacitadores. Esto se discutió durante la asamblea de socios para invitar a jóvenes del ejido, lo que generó mucho ánimo. Se registraron a dos personas, hijas de socios de La Casa del Morpho, que laboraron dentro de este esquema por 10 meses de los 12 comprometidos. Debido a la incompatibilidad de otras responsabilidades personales y familiares con su trabajo en La Casa del Morpho, las dos jóvenes decidieron cesar por el momento su participación en el programa y en la empresa.

En el mes de junio de 2021 se hizo la revisión del laboratorio por el reporte de muerte de larvas. Por ello, se inspeccionó detenidamente la infraestructura y el método de operación y

de limpieza. Al examinar las larvas se pudo corroborar que la enfermedad que padecen las larvas es la misma que se encontró en el año 2017, después de la inundación presentada a finales de 2016, efecto que coincide con la inundación que ocurrió en 2020. Las larvas enfermas presentan una coloración rosada y después mueren. Dichos signos son sugerentes a una infección aún no descrita.

Junto con el personal que opera el insectario y laboratorio se elaboró un protocolo de limpieza y desinfección derivado de los problemas presentados específicamente con las larvas de mariposas *Morpho helenor*, con el fin de prevenir los factores que provocan el ingreso de nuevas enfermedades y su diseminación a las diferentes áreas (Figura 88). El protocolo de limpieza y desinfección está dirigido específicamente al insectario y el laboratorio y está enfocado hacia el personal, las instalaciones, el proceso de incubación y preparación de las hojas para alimentación de las larvas (Anexo 3.2.8_2022-6).

Se adquirieron los productos necesarios para cumplir el protocolo y se puso en práctica a partir de julio de 2021. Aunque la reproducción de mariposas *M. helenor* no se recuperó en su momento a los números esperados, la muerte de larvas se detuvo después de la aplicación del protocolo.



Figura 88. Levantamiento de datos para la elaboración de Protocolo de limpieza y desinfección.

Durante el segundo semestre de 2021, se realizaron labores de gran relevancia para el proceso de mejora y automatización de las ventas como el reacomodo realizado dentro del cuarto seco y de la bodega de material. Para ello, se acomodaron los estantes de forma que el archivero y equipo de cómputo e impresión estén disponibles para el trabajo.

En lo que se refiere a material, las colectas y artesanías terminadas, fueron clasificadas, separadas, acomodadas y etiquetadas (Figura 89). De esta manera se está preparando todo para recibir la capacitación del software de inventariado y ventas ManagementPro y poder tener automatizadas las entradas y salidas de inventario a través de código de barras.



Figura 89. Reacomodo y etiquetado de artesanías dentro del cuarto seco.

Además, en reunión de la directiva durante el primer semestre de 2022 se decidió que cada jueves se hará una limpieza profunda en el taller de artesanías de La Casa del Morpho, que consiste en limpieza de la bodega, del cuarto seco, de las artesanías y de todo el mobiliario dentro del taller. Esta práctica ha llevado a que el sitio se encuentre siempre en muy buen estado y que se detecten tempranamente cualquier falla.

En el caso del insectario, se detectó a finales de 2021 una enfermedad sobre las plantas utilizadas para la alimentación de *Morpho helenor*, las cuales tuvieron sus primeras repercusiones en marzo 2022, al no poder sostener ni una sola larva por la caída de sus hojas. Este problema se resolvió con nuevas plantas de alimentación saludables.

Mantenimiento y conservación de instalaciones

En diciembre de 2019 se adquirió e instaló equipo especializado, como una antena para la recepción de Wifi y un router para mejorar el servicio de internet contratado con antelación. De esta forma, desde el primer semestre de 2020 ha mejorado la velocidad de respuesta a pedidos y la coordinación con los socios que apoyan desde Comitán de Domínguez, quienes se encargan de hacer los envíos al resto del país. También ha sido posible aprovechar el equipo de punto de venta completamente para facilitar la administración e inventario. Sobre todo, ha facilitado las ventas en mostrador, pues es posible recibir pagos mediante el lector de tarjetas bancarias. Durante la entrega del equipo se dio una capacitación al personal para hacer cobros con tarjeta (Figura 90).



Figura 90. Entrega y capacitación para cobro con tarjetas bancarias en La Casa del Morpho.

Además, durante el primer semestre de 2020 se decidió instalar un par de cámaras de seguridad para el taller artesanal como medida de prevención y seguridad, debido a que la Casa del Morpho cada vez cuenta con más equipo especializado y de alto costo.

Asimismo, en los primeros meses del 2021 se adquirió mobiliario para mejorar la operación: mesa de trabajo y sillas para el laboratorio, extintores solicitados por Protección Civil y una tablet para facilitar el cobro en línea con tarjeta y atención al cliente.

En el segundo semestre de 2020 se adquirieron dos exhibidores pequeños con el propósito de que se tengan artesanías expuestas y en venta en los centros ecoturísticos de la Red Vive la Lacandona. Esto fue acordado con las directivas del hotel Canto de la Selva y del Centro Ecoturístico Selvaje. Solo resta convocar reuniones para acordar la forma en que La Casa del Morpho surtirá a los demás centros. Para ello, la directiva de La Casa del Morpho se acercará a la gerencia de ambos centros turísticos.



Figura 91. Exhibidores de artesanías para los centros de la Red Vive la Lacandona.

Durante el periodo de este proyecto, se adquirió gradualmente el equipo necesario para mejorar la automatización del inventario y de las ventas, al momento se tiene el equipo de cómputo con software de administración y contabilidad (ManagementPro), lector de código de barras, impresora multifuncional, impresora de recibos, impresora de etiquetas, teléfono inteligente con aplicaciones para la gestión de redes sociales, ventas y cobro, y dos puntos de venta para el cobro con tarjetas bancarias.

También, se está buscando optimizar el embalaje para el envío. De forma que cada tipo y tamaño de artesanía tenga una caja con un diseño específico, que la mantenga segura y que permita el envío inmediato de cada producto.

Plan de manejo

Durante el segundo semestre de 2020 se compiló toda la información necesaria para hacer la modificación al Plan de Manejo, ya que no había sido actualizado desde su registro en 2010. Se recabó y validó la información con el personal de La Casa del Morpho para actualizar los listados de especies de mariposas destinadas a su aprovechamiento, los métodos de colecta, la presencia y uso de nueva infraestructura y equipamiento y, por último, el método de monitoreo de las poblaciones de mariposas que se aplicará a lo largo del año (Anexo 3.2.9_2022-6 y Anexo 3.2.10_2022-6).

En el mes de febrero 2021 se trabajó con los operadores y la responsable técnico de la UMA La Casa del Morpho, Karina Romero, para recabar los datos para la elaboración del Informe Anual 2020 que se entregó en tiempo y forma en el mes de mayo ante la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Infraestructura

Durante el segundo semestre de 2021, se continuó con diversas actividades de mantenimiento, como el cambio de tejas del taller artesanal, poda de un árbol que estaba afectando la visibilidad de una antena que proporciona el servicio de internet y se corrigieron fallas en el software y claves de acceso del equipo de internet y cámaras de seguridad.

Por otra parte, como ya se mencionó, en el mes de noviembre de 2020 las tormentas tropicales Eta e Iota que afectaron Centroamérica provocaron una creciente en el nivel del río Lacantún, alcanzando a cubrir al menos un metro de altura del exhibidor de mariposas, pero no así el taller artesanal (Figura 92). Las afectaciones en el exhibidor provocaron la pérdida de la malla, daños menores en la estructura metálica, pérdida o daño de algunos letreros y de todas las plantas de alimentación. Para evitar futuras inundaciones y a consecuencia de los daños, se cambiará de sitio el exhibidor a una zona en terreno más alto donde se podrá integrar mejor a las actividades del taller, que son continuas.

Además, se elaboró un informe de la contingencia de la inundación que se presentó a la DGVS de Semarnat en las primeras semanas de diciembre. Con este informe se reportó a las

autoridades correspondientes los daños que la creciente del río causó a la infraestructura y a los ejemplares sujetos a manejo (Anexo 3.2.11_2022-6).



Figura 92. Creciente del Río Lacantún en las instalaciones de La Casa del Morpho.

Posterior a la inundación, se buscó entre los socios la posibilidad de reubicar la estructura metálica y con ello también remodelar el exhibidor. El primer sitio elegido fue un terreno a espaldas del taller artesanal, de forma que se creara un recorrido integrado taller-mariposario. Este sitio recibió la visita del Arquitecto paisajista Valentín Rodríguez quien hizo una propuesta de diseño aprovechando las paredes del taller artesanal y dando continuidad al pasillo de este.

Sin embargo, el socio dueño del terreno cambió de parecer y decidió no ofrecer del terreno, a pesar de que no está siendo utilizado. Por ello se reinició la búsqueda de un terreno que cubra todos los requisitos: que no se inunde con las crecientes del río Lacantún, que esté cerca del taller artesanal para los clientes y cerca del poblado para que facilite el cuidado las mariposas y la estructura y, por último, que sea un lugar arbolado.

Se revisaron cinco terrenos que no cumplían cabalmente los requisitos o que el costo del terreno era sumamente alto. Por último, se detectó un terreno que vende un socio, 220 metros cuadrados por un costo de $40,000. Aunque este terreno cumple con los requisitos, no se tomó en cuenta que es vecino de una parcela en la que siembra maíz y que el uso de insecticidas u otros agroquímicos podría afectar a las mariposas.

Por otro lado, con el fin de tener certidumbre legal de la propiedad, se ha vuelto evidente que es necesario comprar un solar completo. De esta forma, al comprarlo se adquiere el título de propiedad y no existiría ninguna posibilidad de desconocimiento de compra de la propiedad por parte del vendedor. Por ello, se continúan las negociaciones con el propietario del solar en cuestión. De otra forma, se buscará un nuevo terreno donde reubicar el exhibidor.

Campamento Tamandua

Durante el periodo de este proyecto, Campamento Tamandua se mantuvo una gran parte sin actividades debido a la contingencia por COVID-19, como sucedió a las otras empresas. Sin

embargo, los miembros de la empresa se mantuvieron activos en el mantenimiento de sus instalaciones y en capacitaciones, para estar listos para la reapertura. A partir de ésta han comenzado a llegar grupos escolares y grupos de turistas, con la empresa actualmente en actividades.

Durante el primer semestre de 2020, Campamento Tamandua tenía programada la visita de cinco grupos consecutivos, algo que no había sucedido durante su tiempo de operación. Las escuelas programadas eran Humanitree, Universidad Iberoamericana (Ibero), Sierra Nevada, Colegio Madrid y un grupo de capacitación de la brigada contra incendios comprometido con el programa PSA. Las visitas del Colegio Humanitree y del grupo de capacitación contraincendios se llevaron a cabo con normalidad. Sin embargo, por causa de la contingencia sanitaria, el grupo de la Ibero y de Sierra Nevada pospusieron su visita y, en el caso del Colegio Madrid, la visita fue cancelada.

El colegio Humanitree visitó el campamento del 29 de febrero al 4 de marzo 2020: 37 personas se hospedaron en Tamandua y realizaron actividades en Canto de la Selva, Selvaje y La Casa del Morpho (Figura 93). Este colegio ha realizado un convenio con el campamento que consiste en llevar cada año a los estudiantes de cuarto año de primaria.



Figura 93. Visita del grupo del Colegio Humanitree al Campamento Tamandua.

Posteriormente en el mes de marzo se realizó el curso “Brigada contra Incendios” en el campamento Tamandua, el cual forma parte de los compromisos que deben cumplir los ejidos inscritos en el programa PSA de la Conafor. El curso se realizó del 5 al 7 de marzo y asistieron 32 personas de los ejidos Adolfo López Mateos, Playón de la Gloria y Boca de Chajul (Figura 94).



Figura 94. Curso “Brigada contra Incendios” realizado en el campamento Tamandua.

El campamento se mantuvo cerrado durante todo el 2020 y gran parte de 2021. Sin embargo, los miembros del campamento se mantuvieron activos en labores de mantenimiento y en capacitaciones. Fue hasta marzo de 2022 cuando se comenzó a recibir grupos de escuelas nuevamente. En ese mes, se recibió la visita de dos grupos de la Universidad Iberoamericana, los cuales se alojaron en el Campamento y realizaron las actividades ofrecidas en el sitio.

Posteriormente, se recibió a un pequeño grupo de estudiantes de la carrera de turismo de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, que se alojaron por un mes en el Campamento Tamandua y realizaron ahí sus prácticas profesionales.

Mantenimiento y conservación de instalaciones

Durante el mes de enero de 2020 se instalaron en el Campamento Tamandua dos calentadores de agua de alta capacidad y rápida recuperación, adquiridos a finales del 2019. Los calentadores fueron probados con grupos pequeños y se fueron ajustando de acuerdo con la necesidad impuesta por el número de usuarios. En el mes de marzo de 2022 los calentadores respondieron perfectamente con una ocupación total en el campamento (Figura 95).



Figura 95. Calentador de agua de alta capacidad y rápida recuperación instalado.



Figura 96. Mejoras en las instalaciones del Campamento Tamandua.

El proceso de obtención de los sellos Moderniza y Punto Limpio en el Campamento Tamandua impulsó una serie de actividades de mejora en la infraestructura en general del campamento. Por un lado, se colocó señalización en todas las instalaciones, lo cual tiene un impacto importante en la experiencia del visitante y, por otro lado, mejora las instalaciones para facilitar la operación y mantenimiento (Figura 96).

Asimismo, en los primeros meses del 2020 se adquirió equipo y mobiliario para mejorar la operación y comunicación: mobiliario de oficina para el módulo-oficina del Campamento Tamandua desde el que se distribuye internet y se atienden los correos electrónicos y mensajes, equipo fotográfico para los guías de naturaleza y para generar material para redes sociales y publicidad, teléfono celular para atención a clientes y ventas y equipo de radio para el vehículo del campamento.

Durante el segundo semestre de 2020, a pesar de estar cerrados por pandemia, se continuó el mantenimiento y mejora de las instalaciones (Figura 97) y en el terreno donde se encuentra el campamento (Figura 98). Se detectaron 12 árboles con riesgo de caerse en la siguiente temporada de lluvias, por lo que se contrató a una persona que realizó una evaluación y cortó cuatro árboles por su alto nivel de riesgo. Además, el personal de mantenimiento del campamento tuvo que remover seis árboles más para evitar que cayeran sobre los módulos donde se instalan las tiendas de campaña y dañaran los techos.



Figura 97. Personal del Campamento Tamandua realizando limpieza y mantenimiento de las instalaciones y mobiliario.



Figura 98. Corte de árboles con riesgo de caer en el campamento Tamandua.

Durante el primer semestre de 2022, se hicieron trabajos intensos de mantenimiento y reposición de equipo para preparar las instalaciones del Campamento para recibir al grupo de la Universidad Iberoamericana.

En la bodega de guías y de enseres se hizo limpieza profunda y reacomodos, esta actividad se ha vuelto cotidiana dentro de las actividades de los guías y veladores (Figura 99).



Figura 99. Bodegas del Campamento Tamandua.

También, en todos los módulos del Campamento se realizaron trabajos de limpieza y mantenimiento de las láminas y revisión de la estructura de madera. Además, se cambiaron las mallas mosquiteras en los módulos de baños y cocina (Figura 100).



Figura 100. Mantenimiento y limpieza de los techos de los módulos del Campamento Tamandua.

También, se dio mantenimiento a los pasillos dentro del Campamento para delimitarlos correctamente y se les pintaron las orillas de acuerdo con los estándares de calidad de la certificación Moderniza (Figura 101).



Figura 101. Mantenimiento sobre los pasillos del Campamento Tamandua.

Igualmente, debido a que el deterioro por uso del mobiliario de madera ya era evidente, se lijaron y barnizaron las 40 sillas y 5 mesas del comedor del Campamento. Este trabajo se hizo en dos etapas por la cantidad de trabajo, terminando a finales del mes de abril de 2022. (Figura 102).



Figura 102. Renovación del barniz del mobiliario de madera del Campamento Tamandua.

Para renovar las canastas de mimbre que se usaban como pantalla en los focos de todo el campamento, se adquirieron 40 pichanchas de barro que fueron hechas bajo pedido por una artesana del poblado de Amatenango del Valle. Se determinó la sustitución con pantallas de barro porque estas no sufrirán el mismo deterioro que las pantallas de mimbre y así no será necesario reponerlas en el mediano plazo.

Al vehículo propiedad del Campamento Tamandua, que se usa para la compra de suministros y en algunos casos para traslado de los clientes, se le compraron llantas y una batería.

Centro Ecoturístico Selvaje

El Centro Ecoturístico Selvaje operó con normalidad al final del año 2019 y los primeros dos meses del año 2020, recibiendo a visitantes locales y a los grupos alojados en Canto de la Selva y Campamento Tamandua (Figura 103), que acuden a hacer los recorridos en el dosel de la selva en los puentes colgantes, tirolesa y las aguas termales. Desafortunadamente, con la declaración de contingencia sanitaria a partir de marzo, se dio la cancelación de grupos y la suspensión de la operación de la empresa.



Figura 103. Visitantes locales en los puentes colgantes de Selvaje.

Una de las actividades que se llevó a cabo en el Centro Ecoturístico Selvaje durante inicios de 2020 fue la construcción del sendero de bicicleta de montaña (sobre lo cual se comenta más adelante). Para poder probar el sendero, una vez que se encontraba en etapas avanzadas de construcción, se invitó a los guías de naturaleza de la empresa y sus familiares a hacer recorridos de bicicleta en el nuevo sendero. Con esto fue posible evaluar la dificultad del sendero, poner en práctica los conocimientos de guiada y de mecánica de bicicletas (Figura 104).

Además, se aprovecharon las visitas de prueba para realizar sesiones de fotografía y video de la nueva actividad y poder promocionar en redes sociales y en volantes.



Figura 104. Guías de Selvaje en prueba del sendero de bicicleta.

Cabe mencionar que, durante el inicio de uno de los recorridos de prueba y supervisión de avances, se observó un jaguar (*Panthera onca*) que se encontraba sobre el sendero, a tan solo 500 metros del módulo de bienvenida (Figura 105). La presencia de este depredador tope puede ser un indicador del buen estado de conservación de los fragmentos de selva. El uso que esta especie le da a las áreas conservadas a través de los proyectos de las comunidades puede ser como hábitat para realizar múltiples actividades, o como espacio únicamente de forrajeo y alimentación, de descanso, de reproducción, de pernocta o de paso. En cualquiera de estos casos, la conservación de los fragmentos contribuye a la conservación y movimiento de las especies, y les permite desempeñar actividades esenciales de su historia de vida. Los fragmentos pueden así, contribuir a la conectividad del paisaje como fragmentos o como *stepping stones* para rutas de movimiento más extensas.

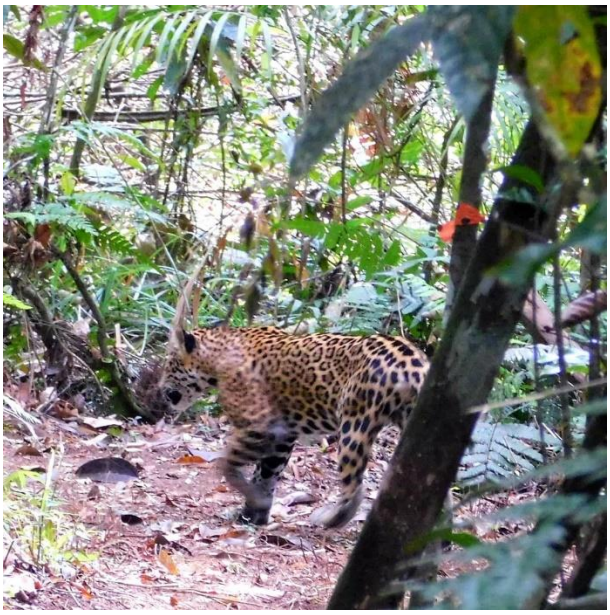


Figura 105. Jaguar observado en el sendero de bicicletas de Selvaje.

En el mes de octubre de 2020, el centro ecoturístico Selvaje reinició actividades, capacitaciones presenciales e intercambios de experiencias con otras empresas. Desde entonces se han mantenido en operación y recibiendo visitantes.

Mantenimiento y conservación de instalaciones

Como se ha mencionado antes, las labores de mantenimiento y mejora de las instalaciones deben realizarse de forma constante para asegurar la calidad en la experiencia de los visitantes. Por ello, a pesar del cierre por pandemia, estas labores continuaron. De igual forma que para Canto de la Selva, Selvaje recibió apoyo de Fundemex durante el periodo de pandemia, lo que ayudó a realizar acciones de mantenimiento en las instalaciones, con el pago de jornales y materiales.

Durante el mes de enero de 2020, el equipo de Selvaje se concentró en actividades de capacitación de los sellos Moderniza y Punto Limpio, así como en la construcción del sendero de bicicletas, el cual se estuvo trabajando de enero a marzo para completar la construcción de puentes y peraltes, y cerrar el circuito. Una vez que se terminó el circuito, se inició el trabajo de apisonamiento que ha continuado como parte del mantenimiento del sendero.

El objetivo de haber enfocado grandes esfuerzos a esta actividad durante los primeros tres meses del año fue el de poder inaugurar al público la actividad de bicicleta de montaña durante las vacaciones de Semana Santa. Sin embargo, debido a la contingencia sanitaria, la inauguración formal se pospuso hasta el fin de la temporada de pandemia.

Durante el segundo semestre de 2020 se continuaron las labores de mejora de la pista de bicicleta de montaña. Se elaboró y colocó la señalética de acuerdo con el diseño propuesto por el capacitador en bicicleta de montaña y diseño de la pista. El personal del centro

ecoturístico utilizó materiales de la región para su elaboración (Figura 106). Además, en el sendero de bicicleta se corrigieron peraltes de la pista.



Figura 106. Elaboración de señalética para el sendero de ciclismo de montaña por parte de personal del Centro Ecoturístico Selvaje.

Además, durante el primer semestre de 2021 se continuaron los trabajos de mejora del sendero de bicicleta de montaña, durante la capacitación en el diseño y mantenimiento de senderos de bicicleta de montaña, al respecto se reporta en el informe del Objetivo 4 (Acción 4.2).

Igualmente, en el mes de junio de 2021 se realizaron labores de mantenimiento de la pista de bicicleta de montaña. Para ello, se hizo una limpieza profunda en el sendero para prepararlo

para la medición manual con odómetro de rueda, el cual resultó en 6,840 metros que difiere por 200 metros con una medida hecha con GPS (Figura 107).

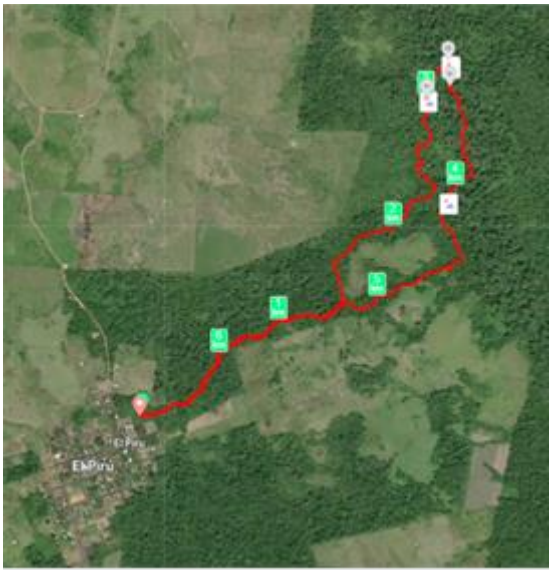


Figura 107. Mapa del *track* obtenido por GPS de la pista de bicicleta de montaña en Selvaje.

En el módulo que se encuentra en Aguacaliente y que forma parte de las instalaciones turísticas de Selvaje, se instalaron regaderas destinadas a los visitantes en enero de 2020. La instalación no tuvo pormenores y desde entonces las regaderas han funcionado adecuadamente (Figura 108).



Figura 108. Instalación de regaderas en el módulo de Aguacaliente.

Esta construcción se complementó en el segundo semestre de 2020 con la construcción de caminos de acceso que conectan la poza con el módulo de descanso y las regaderas y vestidores. Con ello, se mejoró la experiencia en el sitio, ya que evita que los visitantes pasen por la tierra y se enloden.



Figura 109. Construcción de caminos en la zona de Agua Caliente en el Centro Ecoturístico Selvaje.

También, la plataforma y la escalera que se encontraban en Agua Caliente con alto deterioro por corrosión fueron sustituidos en el mismo semestre por estructuras de madera.

Por otro lado, durante el primer semestre de 2020 se construyó un pequeño módulo de descanso en el área de inicio de los puentes colgantes (Figura 110). En este lugar se colocaron bancas y funciona también como un espacio para que los visitantes se coloquen el equipo de seguridad.



Figura 110. Construcción de área de descanso en el inicio de los puentes colgantes.

La construcción de este módulo se completó en el segundo semestre de 2020, a tiempo para ser utilizado por los primeros visitantes que llegaron posterior al periodo de pandemia, en noviembre del mismo año.



Figura 111. Módulo de descanso finalizado en el área de puentes.

Por otro lado, durante el segundo semestre de 2021 se realizaron mejoras en el camino de entrada hacia los puentes colgantes y la zona de Aguacaliente. Este puente está hecho de 43 parrillas metálicas colocadas sobre tubos de concreto, lo que permite pasar por arriba de la zona inundable que el camino atraviesa. Trece de estas parrillas tienen algún grado de corrosión (Figura 112), por lo que cada una recibirá un tratamiento diferente; algunas requieren pintura anticorrosión y cambio de tuercas, ocho comienzan a mostrar daños en la estructura y se cambiarán algunos segmentos y cinco más requerirán cambio de la estructura completa, pero dejando la misma malla.



Figura 112. Daño por corrosión en las parrillas metálicas del andador hacia los puentes colgantes y Aguacaliente.

Por otro lado, durante el periodo de este proyecto se realizaron diversas mejoras al área del módulo de bienvenida y alrededores.

En el caso de la bodega de equipo, ésta fue renovada por completo entre los meses de enero y febrero de 2021. Dado que toda la estructura era de madera y por ello susceptible a pudrirse, se optó por rehacerla con block y se hizo herraje para las puertas. Logrando también mejorar la seguridad del sitio de almacén de equipo especializado de escalada y de bicicleta de montaña. También, a un costado de la bodega se montó el taller de mantenimiento de bicicletas en el que se instaló el mobiliario para comenzar su operación (Figura 113).



Figura 113. Renovación de bodega y construcción de taller de bicicletas.

En los meses de junio y julio de 2021 se trabajó en el mantenimiento del techo del módulo de bienvenida, el cual tiene un plafón hecho de petates colocados en marcos de madera (Figura 114). Las condiciones de humedad, aunado a filtraciones en la lámina del techo, provocaron daños en el plafón. Por ello, se mandaron a hacer petates a la medida lo cuales fueron adquiridos en marzo de este año.



Figura 114. Reparaciones en plafón del módulo de bienvenida en el Centro Ecoturístico Selvaje.

Durante el primer semestre de 2022 se continuaron las mejoras en el área con el mantenimiento al espejo de agua del módulo de bienvenida y la sustitución de malla mosquitera en cocina y sanitarios.

También durante ese semestre, se intensificaron las labores de mantenimiento y mejora de instalaciones como preparación para un evento de bicicleta de montaña que tendría sede en Selvaje. Para ello se realizaron labores de orden y limpieza generales en todas las áreas del centro y en todas las bodegas (de equipo, de bicicletas y en Aguacaliente). Se renovaron letreros y señalética, agregando más señalización en la zona de Aguacaliente. De igual forma, se dio mantenimiento al sendero de bicicletas y al trayecto de arroyo de la actividad de recorrido en kayak. Finalmente, en los puentes colgantes se reemplazaron las tablas deterioradas.



Figura 115. Labores de mantenimiento en el Centro Ecoturístico Selvaje.

Durante el segundo semestre de 2022, se realizó un mantenimiento profundo en los puentes colgantes del Centro Ecoturístico Selvaje. Al mismo tiempo que se llevó a cabo está labor, se buscó también que el personal de Selvaje se capacitara en el tema, de forma que ellos puedan expandir las labores de mantenimiento que realizan por su cuenta.

El mantenimiento de los puentes consistió en verificar en cada uno de sus tramos la integridad del cableado. En el caso del cable que se encuentra en el sitio de inicio de la actividad esto requirió desenterrar y limpiar una parte para observar posible deterioro. El siguiente paso fue revisar las tres plataformas en los árboles. En el caso de la primera plataforma se encontró desnivelada, lo que dificulta la actividad y la estabilidad de los guías y visitantes sobre ella. Para repararla fue necesaria la remoción completa de las tablas dejando solamente la estructura. Una vez nivelada la plataforma, se colocaron nuevamente las tablas y se reemplazaron las que ya se encontraban en mal estado.



Figura 116. Mantenimiento en la plataforma de los puentes colgantes.



Figura 117. Liberación de tensión del cable de la tirolesa libre en los puentes colgantes.



Figura 118. Entrega de televisor a equipo de Selvaje en la ciudad de Comitán de Domínguez.

Restaurante Bellavista

El Restaurante Bellavista fue la empresa que mayor tiempo se mantuvo fuera de operaciones durante el periodo de pandemia, por decisión de los socios. Sin embargo, durante todo el periodo del proyecto se realizaron actividades de mantenimiento, capacitación y mejora de las instalaciones. En el año 2022 se reanudaron las actividades de servicio y la empresa se encuentra en vías de recuperarse.

A inicios de 2020, la operación del restaurante se mantuvo a un ritmo normal, recibiendo clientes ocasionales y a diversos grupos con reservación. Dado que fueron meses de temporada baja, los clientes ocasionales se mantuvieron a un bajo nivel. Sin embargo, se tuvieron ingresos a través de los grupos que rentaron el salón y solicitaron alimentos.

En el mes de enero se atendió a tres grupos de alumnos de las primarias de la región durante las actividades de educación ambiental que desarrolla Natura y Ecosistemas Mexicanos. El 20, 21 y 22 de enero se atendieron 83 personas. La atención a estos grupos incluyó el uso del salón, visita al museo y el servicio de alimentos (Figura 119).



Figura 119. Alumnos de las primarias locales en el restaurante.

El día 15 de febrero se rentó el salón para una reunión de monitores comunitarios de guacamaya roja. Se dio además el servicio de *coffee break* para 12 personas. También, el 27 del mismo mes se recibió un grupo de ganadores de la edición 2019 del concurso de dibujo de hijos de trabajadores de Grupo Salinas *"¡Que viva la Selva Lacandona!"*. Se brindaron alimentos para 59 personas y se mantuvo abierto el museo para su visita.

Finalmente, en el mismo mes, Bellavista fue la sede de la presentación del plan estratégico de la red Vive la Lacandona (consorcio de cinco empresas comunitarias ecoturísticas del municipio) y la primera reunión del consejo. Se brindaron los servicios de renta de salón en dos sesiones, *coffee break* y almuerzo para 38 personas y comida para 20 personas (Figura 120).



Figura 120. Renta del salón para actividades de la red Vive la Lacandona.

Con el fin de incrementar el atractivo del restaurante para las familias de la región, quienes son el cliente primario del restaurante, se adquirió un módulo de juegos infantiles. Sin embargo, debido a los retrasos en la reapertura y debido a que el restaurante actualmente solo se mantiene abierto los fines de semana, se ha pospuesto la instalación.

Posteriormente, el restaurante Bellavista suspendió su operación en el mes de marzo atendiendo los lineamientos del municipio y para cumplir con las medidas de la contingencia sanitaria por COVID-19.

Debido a que Chiapas se mantuvo como uno de los estados con menor contagio de COVID-19 y que sus tendencias fueron consistentemente a la baja, durante el mes de septiembre se comenzaron las preparaciones para la reapertura de las empresas. Con este fin, se realizaron reuniones con la directiva y los socios del Restaurante Bellavista.

En la primera reunión con la directiva se discutieron las actividades necesarias en cuanto a mantenimiento y limpieza de instalaciones. Además, se expusieron las nuevas medidas y protocolos sanitarios que serán necesarios para prevenir contagios de COVID-19 durante las actividades del restaurante. Se discutió la situación global en el sector turístico y el reto que la "nueva normalidad" presenta en la atención al cliente y en la recuperación de utilidades para las empresas en el sector terciario. Por su parte y en vista de los próximos retos, la directiva mencionó sus deseos por aprovechar este periodo para ajustar la operación y

organización del restaurante de forma que la reapertura sea una oportunidad de mejora en la calidad del servicio ofrecido y un incremento en las ganancias. Para ello, se acordó una reunión con toda la sociedad en la que se discutirían las mejoras necesarias y las propuestas para lograrlo y se acordarían los ajustes por realizar.

Durante la reunión con los socios se discutió una vez más la situación del turismo a nivel mundial y los efectos de la pandemia en este sector (Figura 121). Se presentó la situación y retos a seguir, con el fin de discutir las medidas y cambios necesarios para reanudar las actividades en el restaurante y optimizar el balance de ingresos y egresos. Diversos socios mencionaron compartir su preocupación por los nuevos retos y ofrecieron sugerencias de medidas a tomar para mejorar la operación. Al final de esta discusión se acordaron las siguientes medidas:

- Se modificó el esquema de trabajo de modo que diariamente trabajarán dos personas en el restaurante, siendo una de ellas de trabajo voluntario proporcionado por un socio o su familia, y la segunda persona un empleado entrenado para dirigir la cocina y operación diaria de Bellavista
- Se abrió una convocatoria a los pobladores del ejido para formar un pequeño grupo de personal que será entrenado y capacitado para este rol
- Se planeó la capacitación de este grupo en tres etapas
- Hasta que se entrenara el nuevo personal, el restaurante estaría abierto solo a grupos con reservación, y
- Se acordó explorar opciones de nuevas actividades o experiencias que puedan ofrecerse al cliente para captar a una clientela más amplia.

De esta forma, se planeó que al final del proceso el restaurante reanudaría actividades con personal entrenado que pueda mantener de forma consistente un alto nivel de calidad en los productos ofrecidos y en la atención al cliente.



Figura 121. Reunión con socios del Restaurante Bellavista.

El primer grupo que se recibió en la reapertura parcial fue el día 28 de noviembre de 2020 con la renta del salón de cursos para una reunión con 8 monitores comunitarios de aves de Marqués de Comillas (Figura 122).



Figura 122. Reunión con la red de monitores comunitarios de aves de Marqués de Comillas en el restaurante Bellavista

Durante el primer semestre de 2021 se continuó el trabajo con la directiva y el nuevo personal para alcanzar las metas que se establecieron en la reunión de socios de 2020. En los primeros meses de 2021 se convocó a dos reuniones informativas para las participantes en cocina, con el fin de explicar el nuevo esquema de trabajo que establecieron los socios (una plaza pagada y una cubierta por el trabajo de un socio) e invitar a las personas interesadas a ocupar las plazas con sueldo y entrenarse en los siguientes cursos de capacitación. Se habló de las razones por las que se implementaría el cambio y la importancia de mantener la calidad en los productos y servicios del restaurante. También, se presentó cómo funcionaría el nuevo esquema y las responsabilidades de quienes ocupen el puesto pagado. Como resultado, tres personas expresaron interés en estar en la posición en cocina, con sueldo y más responsabilidades.

Durante los meses de febrero a abril de 2021 las cocineras participaron en los tres módulos del curso de cocina impartidos para todas las empresas. En este curso las cocineras repasaron temas básicos como higiene y orden en cocina y mejoraron sus habilidades en temas como repostería y desarrollo de platillos típicos. Además, las cocineras asistieron a una sesión exclusiva para Bellavista con el fin de profundizar sus conocimientos sobre el manejo y preparación de pescados y mariscos.

Con el fin de que el mayor número de personas se capacitara, se invitó a todas las participantes en cocina que colaboran en el restaurante y asistieron 8 personas a todos los

cursos. De esta forma, será posible mantener un nivel constante en la calidad de los productos y servicios del restaurante.

Finalmente, se llevó a cabo un taller con el fin de mejorar el trabajo en equipo y la coordinación de las cocineras. Este taller fue facilitado por el equipo de la organización Mujeres, Organización y Territorios A.C., quienes tienen una larga trayectoria de trabajo enfocado en mujeres. Se realizaron ejercicios para que las participantes valorizaran colectivamente su territorio de vida y observaran las diferentes interrelaciones (naturaleza/sociedad) que se dan cotidianamente. De igual forma se hicieron espacios para reflexionar sobre las dificultades que enfrentan, potencialidades y fortalezas en el entorno y en el grupo de cocineras. Durante este taller se buscó así que las mujeres puedan trabajar en conjunto, formando equipo e integrándose como grupo.

Atendiendo los cambios del semáforo epidemiológico del gobierno federal en el estado de Chiapas, se reanudaron ciertas actividades con capacidad reducida como la renta del salón de cursos y el uso de las instalaciones para capacitaciones de cocina, así como reuniones con pocos participantes tales como la reunión de monitores comunitarios.

Previo a la reapertura parcial, se realizó limpieza y revisión de las instalaciones, de forma que se concluyera el mantenimiento y reparaciones necesarias para garantizar las condiciones necesarias para recibir visitantes. El terreno del restaurante se limpió de malezas y basura y se podó. Se realizó limpieza a profundidad de todas las instalaciones y se revisó que todo estuviera en correcto funcionamiento.

A partir de la revisión se determinó que varias reparaciones en el sistema de plomería eran necesarias y en marzo de 2021 se realizaron las reparaciones necesarias: se colocaron nuevas llaves de agua y céspol en los lavabos de los baños; se dio mantenimiento a la llave del lavabo en el espacio del restaurante, se colocó una nueva llave de la tarja de lavado en la cocina y una nueva llave de nariz en el exterior del restaurante, que es utilizada para la limpieza (Figura 123).

Finalmente, con el objetivo de que puedan aplicar lo aprendido en el curso de cocina, se compraron los enseres necesarios para Canto de la Selva, Campamento Tamandua, Selvaje y Restaurante Bellavista. Entre los enseres que se adquirieron están: espátulas, moldes para hornear tartas, moldes para pastel, batidoras, tazones, charolas para horno, globos para batir, cucharas y tazas medidoras y cazos cónicos. Además, se compraron los artículos para mantener el nivel de higiene personal requerido en la cocina.

En el mes de agosto de 2021, se recibió la visita de los técnicos para la revisión del congelador solar, el cual no estaba funcionando adecuadamente. Además, las celdas solares fueron dañadas y movidas por fuertes vientos al comienzo de la temporada de lluvias del mismo año.



Figura 123. Resultados de mantenimiento de plomería e instalación de nuevos elementos.

La primera reinstalación que se intentó de las celdas solares dejó montado el equipo solar. Sin embargo, en ese momento no fue observado que cuando el viento arrancó de la estructura las celdas se dañaron también el cableado y sus conectores, provocando corto circuito, falla en el controlador y, por lo tanto, falla en el congelador solar. Por ello, se desmontaron celdas y cableados para encontrar la falla, se cambiaron accesorios y se reconfiguró el controlador (Figura 124) para dejar funcionando el congelador alimentado por energía solar.



Figura 124. Reinstalación de celdas solares y revisión del controlador de energía solar.

Como parte de la reactivación de actividades del Restaurante Bellavista se han llevado a cabo una serie de actividades de mantenimiento y reparaciones puntuales. La reactivación se acompañó con un evento llevado a cabo en el mes de octubre de 2021: la Reunión de Monitores comunitarios de guacamaya roja. Para ello, se hizo reacomodo y reconexión del sistema audiovisual, se hizo limpieza y poda en los jardines que rodean al restaurante, se sembraron plantas nativas ornamentales como platanillos (*Heliconia* spp.) y árboles nativos y se dio mantenimiento general a los baños.

En marzo de 2022 se decidió con los socios y la nueva directiva empezar gradualmente la reapertura a clientes eventuales. Para ello se hizo una nueva revisión de las instalaciones para prepararlas para las visitas. Los socios realizaron limpieza profunda de las instalaciones y después se pintó la fachada y terraza del restaurante.

También, se revisó el funcionamiento de todo el equipo y se detectó que el refrigerador no funcionaba adecuadamente. Para ello se transportó el refrigerador a Zamora Pico de Oro con un servicio técnico que reemplazó las partes necesarias (compresor y tuberías), le hizo limpieza y le colocó una nueva carga de gas refrigerante.

Posteriormente, se realizó una revisión del sistema de iluminación (apagadores y lámparas) y de plomería. En el mes de abril y mayo se realizaron las reparaciones a los problemas detectados, principalmente reemplazo de apagadores y reparación de fugas en cocina y el baño de mujeres.

En el segundo semestre de 2022 se reanudaron las visitas de las escuelas locales al Restaurante, con 50 alumnos realizando actividades de educación ambiental, visitando el museo y comiendo en el restaurante (Figura 125). A partir de entonces, el restaurante se ha mantenido en operación de viernes a domingo con dos personas laborando diariamente en el restaurante. Se ha continuado con el esquema decidido por los socios en 2020, donde cada semana trabaja 1 persona entrenada y con sueldo y 1 cocinera de trabajo voluntario aportado

por un socio. La recuperación ha sido paulatina, pero se han observado avances en la operación y aumentos en la clientela.



Figura 125. Visita de escuelas a Restaurante Bellavista.

En este semestre también han sido necesarias labores de reparación y mantenimiento. En el mes de octubre se reparó la bomba de agua y se reemplazó la manguera que conecta a ésta con el tinaco.

Igualmente, se reemplazaron diversos enseres de cocina que se habían ya dañado por el uso constante y prolongado. Se adquirieron varias unidades de cada artículo de mayor uso, como cucharones y sartenes (Figura 126).



Figura 126. Reposición de enseres de cocina para Restaurante Bellavista.

Sistema de radiocomunicación de las empresas sociales ecoturísticas.

En el municipio Marqués de Comillas la comunicación de voz y datos basados en telefonía celular es prácticamente inexistente fuera de la cabecera municipal (la que puede llegar a encontrarse se trata de torres de telefonía guatemalteca). Lo mismo ocurre con el internet, no hay presencia de las grandes compañías que brinden este servicio, por lo que se ha tenido que contratar servicios locales relativamente baratos pero deficientes o internet satelital que tiene costos muy altos comparados con los que se pudiera tener en cualquier ciudad del país.

La coordinación entre las empresas y sus operarios no podría basarse en plataformas que hoy en día resultan comunes como SMS, WhatsApp y llamadas telefónicas debido a la falta de cobertura de telefonía celular en la zona. Por ello, la comunicación entre ellas ha dependido de infraestructura de radiocomunicación propia.

La infraestructura de radiocomunicación de cada empresa social consiste en al menos un radio móvil (base) conectado a una antena montada en un mástil y una pequeña batería alimentada por celdas solares. En el caso del Campamento Tamandua y Canto de la Selva poseen dos bases; las bases de cada pueden comunicarse entre sí. Así es como se logra coordinar las operaciones entre las empresas ecoturísticas y, dentro de cada empresa, las bases también se comunican en su frecuencia interna con radios portátiles que portan los gerentes, guías y jefes de área y con las camionetas de las empresas que poseen una. Los radios portátiles y camionetas se pueden comunicar además entre sí, pero no con los de otra empresa ecoturística.

Este equipo está expuesto a las condiciones de alta humedad y lluvias torrenciales en la selva, por lo que se recomienda tener un mantenimiento general cada dos o tres años, dependiendo del uso o circunstancias especiales.

Por ello, en los meses de agosto y octubre de 2021 se tuvo el recorrido de los técnicos que prestan servicio de mantenimiento, reparación e instalación de todo el sistema de comunicación. La revisión consistió en verificar la calidad de la comunicación. Para ello, se desmontó todo el equipo de la base, cableado y antena, se le realizó limpieza y se cambiaron accesorios que por corrosión estaban impidiendo una comunicación fluida (Figura 127).

En el caso de las antenas de las bases del Campamento Tamandua y Restaurante Bellavista, las antenas tuvieron daños severos por la caída de ramas sobre el mástil, por lo que este equipo tuvo que ser reemplazado y reinstalado por completo. En el Restaurante Bellavista se aprovechó para cambiar la instalación a un sitio con mayor altura, lo cual mejoró la comunicación.

Además, el radio base del Campamento Tamandua, estaba aparentemente inservible, pero pudo ser reparado en el sitio y se le reemplazó un cable y micrófono. Dos radios portátiles del Campamento Tamandua tuvieron que llevarse al taller en Tuxtla Gutiérrez y fueron entregados en agosto de 2021 con batería y antena nuevas.

Las antenas de Canto de la Selva y La Casa del Morpho presentaron filtraciones de agua que fueron remediadas, pero los técnicos indicaron que están llegando a su última etapa.



Figura 127. Mantenimiento, instalación, reparación y programación de radios para las empresas sociales.

En el caso de las empresas Canto de la Seva, Campamento Tamandua y Selvaje, que poseen una camioneta de la empresa para la operación, se instalaron y programaron radio móviles y antenas. También se entregaron y programaron radios portátiles nuevos, dos para Selvaje y uno para La Casa del Morpho.

Durante el primer semestre de 2022 se realizó otra visita de los técnicos del equipo de radiocomunicación y se dio seguimiento a los trabajos realizados anteriormente.

En el caso de Selvaje, los técnicos donaron varios radios portátiles que fueron programados para operar con los radios portátiles Motorola que la empresa ya utiliza. Éstos serán utilizados para la coordinación entre el personal que se encuentre trabajando en puentes colgantes,

kayak y en la pista de bicicleta de montaña, dado que funcionan con una frecuencia distinta a la base y otros radios de la empresa.

También, para completar el funcionamiento pleno del equipo de La Casa del Morpho se compró una nueva batería en noviembre de 2022.

VII. Certificación de procesos de mejora de calidad en el Campamento Tamandua, Centro Ecoturístico Selvaje y Restaurante Bellavista.

Las certificaciones turísticas han garantizado la mejora continua y calidad de excelencia en los servicios y productos que ofrecen las empresas sociales, lo que ha permitido que el cliente tenga mayor grado de satisfacción con la atención en las empresas. Durante los dos años de la duración del proyecto, se implementaron las certificaciones de los sellos Moderniza Ecoturístico y Punto Limpio para las empresas hotel Canto de la Selva, Campamento Tamandua y Centro Ecoturístico Selvaje. Estas certificaciones son otorgadas por la Secretaría de Turismo.

El programa Moderniza ha brindado a las empresas herramientas para hacer más eficiente la prestación de los servicios ecoturísticos. Durante este proceso se incorporaron herramientas administrativas, mejora del desempeño del personal y mejora del control del negocio, con el fin de incrementar su rentabilidad y de hacer más competitiva a la empresa.

El Sello de Calidad Punto Limpio incorporó las buenas prácticas de higiene en los modelos de gestión para proteger la salud de los clientes, trabajadores y comunidades. El proceso consistió en mejorar las técnicas durante la operación, actividades y manejo de alimentos.

Para la certificación de esto sellos se recibieron seis visitas de una persona certificadora para evaluar los avances de las empresas en la incorporación de las buenas prácticas. El proceso inició en el mes de octubre de 2019. En un principio se esperaba concluir el proceso en tres meses, realizando dos visitas por mes, sin embargo, las actividades agrícolas de los socios y empleados, la atención a grupos de turistas y otras capacitaciones alargaron el proceso, por lo cual, la evaluación finalizó en el mes de marzo de 2020.

En la primera visita se establecieron los grupos de trabajo de cada empresa que se encargaron de darle seguimiento a la implementación del sello Moderniza. Para ello, se revisó la estructura del organigrama de la empresa, la descripción de las actividades de cada puesto y se realizó una revisión a las distintas áreas: comedor, cocina, áreas comunes, sanitarios y bodega, para el diagnóstico inicial, donde se describieron las oportunidades de mejora.

Durante las visitas siguientes se mostraron los procesos de limpieza que se llevan a cabo cotidianamente en todas las instalaciones, y principalmente en la cocina, para la preparación de alimentos. Ahí, se realizó una revisión de la implementación de lo que se conoce como

“SOLES” o técnica de las 5´s (seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener) y su aplicación en la operación cotidiana. Para ello, se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Sensibilización de los empleados
- Establecimiento de objetivos
- Selección de actividades prioritarias
- Análisis de la situación actual
- Desarrollo de acciones correctivas
- Barreras para la implementación

Durante este proceso se mejoraron detalles estéticos en infraestructura y mobiliario existente (lijado, barnizado y pintura) y se adquirió mobiliario y equipo necesario para mejorar la operación. Además, se adquirieron más anaqueles y cajas para organizar las bodegas y cocinas de las empresas, se instalaron dispensadores de toallas de papel y botes de basura para clasificación de residuos, se diseñaron e imprimieron letreros para completar la señalética y en la cocina del Campamento Tamandua se instaló mosaico blanco en las paredes.

El Centro Ecoturístico Selvaje se organizó y cumplió en tiempo todas las observaciones realizadas por la asesora. En el caso del Campamento Tamandua tuvieron problemas de organización y pidieron prórroga para la evaluación final, ya que no habían logrado finalizar las adecuaciones en tiempo. En el mes de marzo de 2020 lograron finalizar el proceso. El personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos ha continuado dando seguimiento junto a las empresas en el cumplimiento de la implementación de SOLES y la mejora de instalaciones (Anexo 3.2.12_2022-6, figura 127).

Por otro lado, se le solicitó a la certificadora que dio acompañamiento a los distintivos refrendar estos mismos programas para el hotel Canto de la Selva. Para ello, la asesora trabajó con el administrador del hotel para evaluar los procesos durante la operación, la higiene en el manejo de alimentos y limpieza en instalaciones. Posteriormente, realizó observaciones para que se hicieran mejoras en la bodega de mantenimiento y blancos, etiquetado en la cocina y mejora en la presentación de dispensadores de shampoo en los baños de las habitaciones, mismas que se aplicaron para la evaluación final (Anexo 3.2.13_2022-6).



Figura 128. Proceso de certificación de sello de calidad Punto Limpio y Moderniza Ecoturístico para las empresas Selvaje, Campamento Tamandua y Canto de la Selva.

Cabe mencionar que en el mes de febrero de 2020 el hotel Canto de la Selva recibió al personal del Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC) para la evaluación de la implementación de la norma NMX-133-SCFI-2013 de sustentabilidad del ecoturismo. En la evaluación se realizaron algunas observaciones que el hotel corrigió y se mandó evidencia al evaluador. En noviembre de 2020 se recibió la notificación por parte del IMNC donde aprobó al hotel para mantener la certificación de sustentabilidad del ecoturismo hasta febrero de 2022. Lamentablemente no fue posible mantener este sello ya que no se lograron conseguir los recursos para el pago de la certificación que anteriormente había sido apoyado por Sectur. Sin embargo, se continúan aplicando las acciones que exige la norma durante la operación del hotel.

En el mes de marzo de 2020 las empresas Campamento Tamandua, Centro Ecoturístico Selvaje y Hotel Canto de la Selva fueron aprobadas por parte de la certificadora de los distintivos Moderniza y Punto limpio y se inició el papeleo para la obtención de los distintivos emitidos por la Secretaría de Turismo (Sectur). Para obtener los certificados es necesario que las empresas cuenten con el Registro Nacional de Turismo (RNT). El hotel Canto de la Selva logró realizar el trámite en el mes de marzo de 2020, mientras que las empresas Selvaje y Tamandua aún estaban realizando los trámites de los permisos de

operación que brinda la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) necesarios para el RNT.

A mediados del mes de marzo de 2020 todas las actividades en las empresas y oficinas de gobierno se suspendieron por la contingencia sanitaria COVID-19. Esto provocó que todos los tramites en proceso se detuvieran por varios meses. Durante este periodo eventualmente se completaron los periodos de las directivas de las empresas y para completar todos los trámites para obtener los sellos es necesario tener acta constitutiva actualizada. De este modo, el retraso fue aún mayor, pues tuvo que realizarse el proceso de regularización de actas previo a continuar con la obtención de los sellos.

Como se mencionó anteriormente, todas las dependencias como Notaria Pública, y Registro Público de la Propiedad y Comercio retrasaron durante varios meses la entrega del acta debido al retraso generado por la Contingencia Sanitaria. Posteriormente debido a problemas internos con la Notaría y la actualización de información en la Secretaría de Hacienda, no se ha logrado obtener el RNT para las empresas Selvaje y Tamandua.

A finales del 2020 el estado de Chiapas implementó el programa Contacto Limpio Chiapas, para la reactivación del sector turístico de frente a la contingencia sanitaria por COVID-19. Este programa de certificación de calidad en seguridad sanitaria y protección civil fue diseñado para preparar a las empresas turísticas y para la aplicación de prácticas estandarizadas para la prevención del COVID-19 (Anexo 3.2.14_2022-6).

Esta certificación era voluntaria y se realizó de manera virtual. El personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos acompañó el proceso de las empresas para que acreditaran esta certificación, adquirieran los insumos para garantizar la desinfección de todas las áreas y la protección de los empleados, logrando operar de manera segura (Figuras 129 y 130).



Figura 129. Artesanas de La Casa del Morpho en capacitación de Contacto Limpio.



Figura 130. Constancia del gerente del hotel Canto de la Selva de la aprobación del programa Contacto Limpio.

Durante el segundo año del proyecto se esperaba contar con las certificaciones Moderniza y Punto Limpio para el Restaurante Bellavista. A principios de 2021 se contactó a la asesora encargada de llevar el proceso de certificación y se definieron los pasos a seguir para la implementación de las certificaciones. Sin embargo, durante varios meses se intentó realizar la reapertura del Restaurante Bellavista posterior a la contingencia sanitaria por COVID-19, pero debido al poco turismo en la zona, varios repuntes del COVID-19 desanimaron a la gente y los socios pospusieron la reapertura.

Como se ha mencionado, en el primer semestre de 2022 se reanudaron actividades en el restaurante los fines de semana. La capacitación para estas certificaciones se planeó para el segundo semestre de 2022. Sin embargo, los socios tomaron la decisión a fines del año reorganizar la operación y el personal del restaurante. Así, se ha comenzado de nuevo a seleccionar el personal que atenderá a las capacitaciones para la obtención de estos sellos, buscando personas que se mantengan laborando en el restaurante a mediano plazo y que puedan implementar todo lo aprendido y lo requerido por los certificadores. Por ello, esta capacitación continuará en el primer semestre de 2023.

V. Explorar el establecimiento de un mecanismo de coordinación entre las empresas sociales.

Con el objetivo de que las cinco empresas sociales ecoturísticas de Marqués de Comillas que asesora Natura y Ecosistemas Mexicanos puedan operar de manera más eficiente, ahorrar recursos económicos y materiales y ofrecer una mejor calidad en el servicio, se desarrolló un mecanismo de coordinación entre ellas por medio de una red denominada Vive la Lacandona.

Conformación de la red Vive la Lacandona

En primer lugar, en diciembre de 2019, se inició un proceso para evaluar la factibilidad de establecer dicho mecanismo de coordinación (en forma de red o consorcio) entre las cinco empresas por medio de tres talleres participativos. Éste fue también un proceso de fortalecimiento del grupo de empresas y de planeación estratégica en el que participaron representantes de las cinco empresas, acompañado del equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos y facilitado por la consultora Dialogus. Durante todo el proceso intervinieron 40 personas de las cinco empresas; se incluyeron 4 líderes que conocieran con detalle la operación y los retos a los que se enfrenta su empresa y 4 miembros de la empresa, incluyendo socios y empleados. Asimismo, se invitó a que participaran en el segundo taller a 10 compañeros de 4 empresas más de Marqués de Comillas (que no asesora Natura y Ecosistemas Mexicanos) dedicadas al ecoturismo: centro turístico "Las Guacamayas" del ejido Reforma Agraria, "Las tres cascadas" del ejido La Victoria, "Ki xinxoxo" del ejido San Isidro y "El Jabirú" de la cabecera municipal Zamora Pico de Oro). La presencia de representantes de dichos proyectos fue relevante para que también se encuentren maneras de colaboración con ellos.

Durante los talleres se llevaron a cabo reflexiones y ejercicios de forma participativa para formular la misión, visión y valores para la red que formaron las empresas. De igual forma, se realizó un análisis FODA sobre la operación de dicha red. A partir de lo anterior, se elaboró una propuesta de plan con actividades a corto, mediano y largo plazo y se decidió el nombre de la red: Red Vive la Lacandona.

Ya teniendo lo resultados de la planeación estratégica de la red, el 26 de febrero de 2020 se realizó en el Restaurante Bellavista un taller facilitado de nuevo por miembros de Dialogus, para la presentación del documento del plan estratégico y se nombró al consejo de la red. A dicho taller asistieron cinco miembros de cada una de las cinco empresas que participaron en el proceso y además se invitó a compañeros de cuatro empresas más que operan en el municipio.

La presentación comenzó con una invitación a que los participantes compartieran su estado de ánimo y sus reflexiones sobre el proceso de planeación. Con ello comenzó una ronda de intervenciones donde los miembros de las empresas comentaron sobre sus preocupaciones respecto a la disminución en el turismo en general en el año previo, su cambio en perspectiva para ya contemplar siempre las cinco empresas y la necesidad en el trabajo constante y equitativo de los cinco emprendimientos para fortalecer la red y consolidar la región como un destino (Figura 131).

Después se hizo una breve exposición de los temas que se tocaron durante todo el proceso de planeación, como las experiencias "*wow*" en atención al cliente (experiencia muy positiva para el cliente, de forma que cada visitante se vuelve un promotor de la empresa) y el pensamiento sistémico. Para recordar y reforzar el concepto fundamental de pensamiento sistémico, se realizó un ejercicio por equipos (Figura 132). Con este ejercicio se confirmó también la necesidad del trabajo en equipo, de la asignación clara de roles y tareas, y de la

comunicación oportuna y efectiva para tener éxito en la red. Al finalizar se discutieron en el pleno las experiencias y aprendizajes de cada equipo.



Figura 131. Recuento y revisión de temas.



Figura 132. Miembros de las empresas en la dinámica de comunicación y pensamiento sistémico.

A continuación, se realizó la presentación del plan estratégico. Se entregaron copias del documento a todos los asistentes y se hizo una lectura en conjunto del plan. Se repasó cada sección, con intervenciones de los miembros de las empresas sobre cada una (Figura 133).

Al terminar la exposición del documento se abrió el espacio para reacciones o preguntas de los participantes. Miembros de todas las empresas expresaron su alegría y satisfacción al ver el documento final. Manifestaron orgullo al haber concretado el plan y ver que su trabajo en los talleres de planeación y sus mismas palabras estaban reflejadas en el documento. Además, varios miembros de los emprendimientos comentaron sobre el gran reto que será implementar el plan y sus deseos de comenzar el trabajo en conjunto para ello. Con esto, se concluyó la sesión de presentación del documento.



Figura 133. Presentación y discusión del documento.

Posteriormente, se comenzó la primera reunión del Consejo de la red (Figura 134). Éste se integró con dos miembros elegidos por cada empresa (agregando un observador si así lo deseaban) para sumar 10 consejeros y 2 observadores de los emprendimientos. Aparte, los miembros de Natura y Ecosistemas Mexicanos fueron aceptados como observadores (Tabla 7).

Tabla 7. Miembros del consejo de la red Vive la Lacandona.

Casa del Morpho	***Canto de la Selva***	***Selvaje***	***Campamento Tamandua***	***Restaurante Bellavista***
José Luis Méndez (2 años)	Abisai Marroquín (2 años)	Ascensión Hernández (2 años)	Florentino Pérez (2 años)	Cayetano Ortiz (2 años)
Leopoldo Sierra (1 año)	David Marroquín (1 año)	Baltazar Ríos (1 año)	Ingliberto Martínez (1 año)	Walter Escobar (1 año)
		Rosalba Ríos (Observadora)	*Por definir (Observadora)*	Cristian Gómez (Observadora)

Durante esta primera reunión se discutieron y definieron las bases de la red: los requisitos para ser empresa miembro, los derechos y compromisos de cada una y las reglas de funcionamiento del consejo. De igual forma, se estableció el calendario de reuniones del año y se crearon comisiones de trabajo para los temas más importantes y concretos en el plan: clientes, red, alianzas y comercialización, cada una compuesta de 4-5 miembros del consejo (Anexo 3.2.15_2022-6).



Figura 134. Reunión del consejo.

En seguida, se comenzó el trabajo de las comisiones para elaborar un plan de acción anual por tema para 2020. Cada comisión se ocupó de establecer acciones prioritarias por cuatrimestre y de asignarles un responsable de seguimiento. Al término, los planes se expusieron al pleno del consejo para su ajuste y aprobación (Figura 135).

Al terminar la jornada se observó un gran interés por parte de las empresas en trabajar de forma conjunta para fortalecer la red y se lograron acuerdos valiosos que darán un gran impulso a las actividades de los cinco emprendimientos.



Figura 135. Trabajo en comisiones.

Debido a la emergencia sanitaria provocada por el SARS-CoV-2, se pospusieron las reuniones del consejo de la red por unos meses. Una vez que las empresas retomaron actividades normales, en abril de 2021, se trabajó en definir y concretar el funcionamiento interno de la red, la relación con cada empresa que la compone y el tipo de figura organizativa que podrá tomar. Desde entonces, se realizan reuniones trimestrales con miembros de las cinco empresas.

En las reuniones se discutieron las diferentes figuras legales que puede tener la red. Se partió de una figura sin fines de lucro, como una Asociación Civil, con el fin de que fuera capaz de captar donaciones o fondos y dar recibos deducibles de impuestos si fuera requerido. Sobre todo, se pensó en esta figura para que fuera la plataforma desde donde se lanzaran y fondearan las iniciativas de conservación que las empresas sociales tuvieran a futuro.

Sin embargo, después de múltiples discusiones sobre cuáles deben ser las funciones principales de la red, se ha decidido que la figura organizativa será una sociedad mercantil, es decir, con fines de lucro. De esta forma, la red podrá emitir facturas sin límite para los productos o servicios ecoturísticos que venda. En esta figura los socios de la red serán las mismas sociedades que conforman cada empresa.

Sobre la estructura financiera, se definió que la red se mantendrá mediante comisiones generadas por las reservaciones realizadas en la plataforma. La comisión a las empresas se utilizará para el pago de la persona encargada de manejar la plataforma, redes sociales y atención a clientes, además del pago del mantenimiento de las páginas. Al concentrar la publicidad en la red como destino turístico se reducirán los costos de difusión y se potenciará el alcance de esta publicidad (Figura 136).

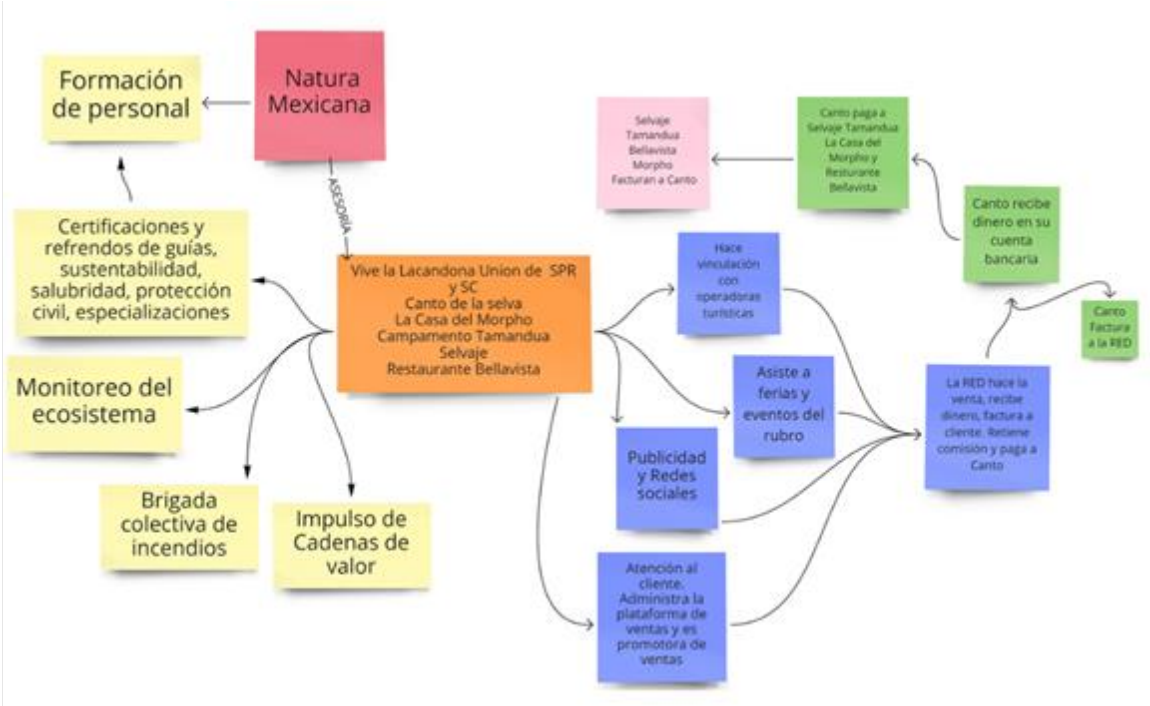


Figura 136. Diagrama de Propuesta de Funcionamiento de la Red Vive la Lacandona. En este esquema, la red funciona como comercializadora, quien a su vez paga a las empresas por los servicios prestados. Los fondos de la red podrán reinvertirse en diversos aspectos como fortalecimiento de capacidades de las empresas, monitoreo biológico e impulso de cadenas de valor, entre otros.

Igualmente, se espera que la figura legal de la red permita gestionar recursos para la mejora continua de cada empresa, sea responsable de la vinculación con aliados e impulse la creación de proyectos locales que se integren en la cadena de valor alrededor del ecoturismo.

De esta forma, la red ecoturística conjugará las metas de difundir y comercializar los servicios y productos de las cinco empresas ecoturísticas y dar identidad al destino turístico, con los objetivos de conservación de las empresas sociales.

Materiales de difusión para la red Vive la Lacandona

Como se menciona en la actividad 3.2.II, se elaboraron materiales de difusión para las redes sociales para la red. Igualmente, se colaboró con una estudiante de la carrera de Comunicación Visual en el Centro de diseño, cine y televisión (CENTRO) para desarrollar la identidad gráfica de la red de empresas. Las empresas recibieron a la diseñadora y realizó entrevistas y recorridos para conocer su oferta (Figuras 137 a 139).



Figura 137. Sección de un folleto que propone un circuito turístico en Chiapas y se enfoca en Marqués de Comillas.



Figura 138. Sección de propuesta de página de internet que da información sobre la zona donde se ubica la red.

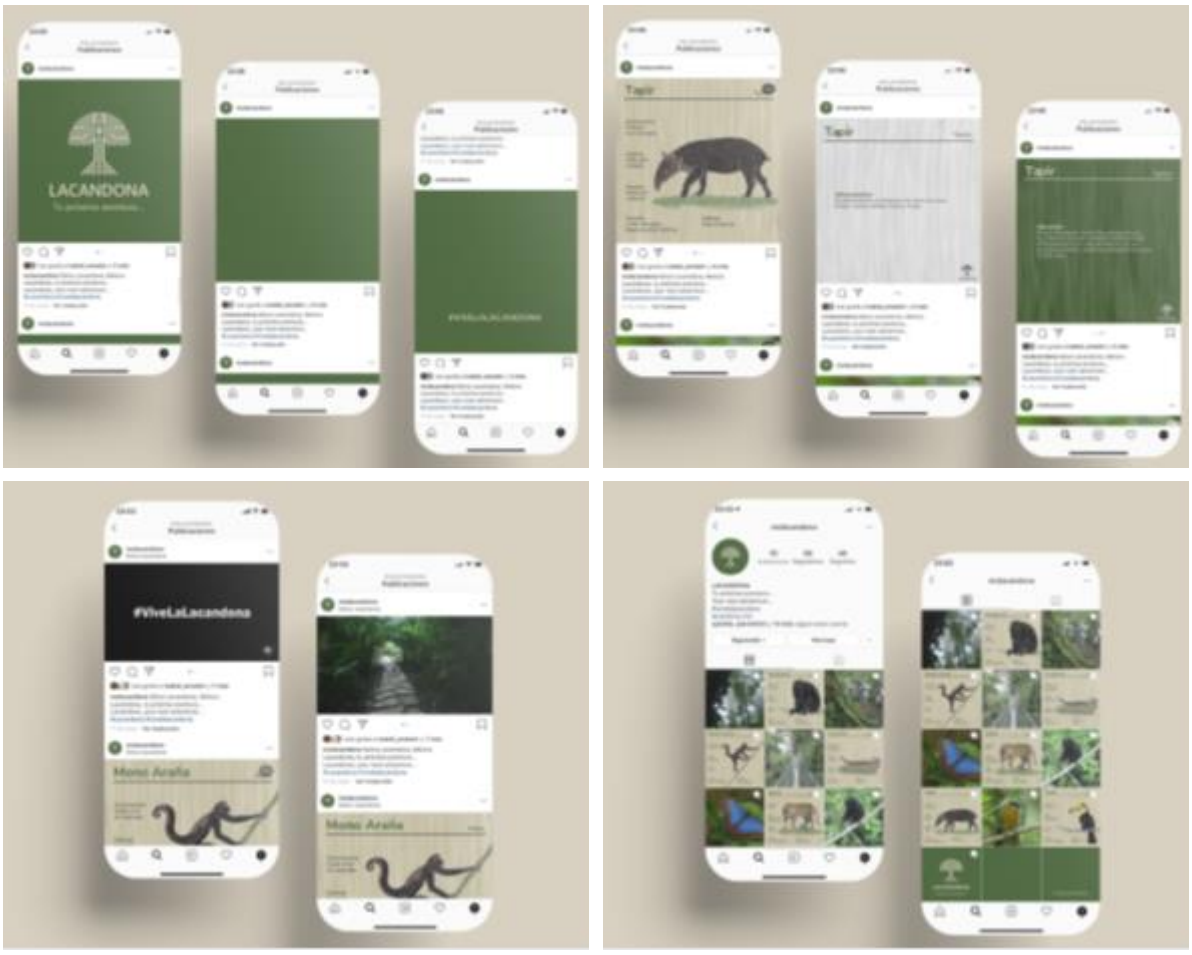


Figura 139. Propuestas de posts para redes sociales.

Actividades de la red Vive la Lacandona

Como parte de la actualización de la estrategia para la consolidación de la red, se realizaron dos proyectos que renuevan el trabajo de las diferentes comisiones y estrechan los lazos de la cooperación entre las empresas sociales ecoturísticas.

El primer proyecto fue la carrera de bicicleta de montaña en el Marqués de Comillas que involucra a las empresas ecoturísticas y a varios ejidos. Para ello, la directiva del Centro Ecoturístico Selvaje convocó a reunión a las directivas de las empresas ecoturísticas, para iniciar los trabajos de planeación y organización de la carrera, a la par de retomar actividades en conjunto como red (Figura 140). Esta primera reunión se llevó a cabo el día 16 de febrero de 2021 y fue facilitada por personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Durante la reunión se renovaron acuerdos y grupos de trabajo.



Figura 140. Reunión de las directivas y gerencias de las empresas sociales con el equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Desafortunadamente, como se mencionó anteriormente, la carrera se canceló por razones externas a las empresas. Sin embargo, pero el proceso de planeación resultó muy positivo, pues fue el primer proyecto que se organizó en coordinación como red. A partir de ello se obtuvieron lecciones aprendidas sobre cómo trabajar en colaboración, cómo repartir tareas, cómo mantenerse en coordinación constante, entre otras. Se espera que se pueda realizar la carrera en un futuro pero independientemente de que suceda, permitió tener avances como red.

El segundo proyecto fue el lanzamiento de nuevas campañas publicitarias, contenido y herramientas de gestión para el hotel Canto de la Selva, que incluye paquetes turísticos que incorporan actividades en las cinco empresas ecoturísticas. A pesar de que se muestra Canto como eje principal, la coordinación entre las empresas ecoturística para las ventas y manejo de clientes es fundamental para que la campaña, ventas y atención sean exitosas. Por ello, se requirieron de los mismos grupos de trabajo de la red funcionando.

Al respecto de la carrera y de la campaña de Canto de la Selva se dan más detalles sobre los trabajados realizados en los respectivos apartados.

Discusión

Según la Organización Mundial de Turismo (OMT), el turismo genera el 10% del Producto Interno Bruto (PIB) mundial. Cincuenta millones de personas generan su forma de subsistir a través de este sector. En México la actividad turística representa una fuente de trabajo para 10 millones de personas de forma directa e indirecta y genera el 8.7% del PIB (Inegi, 2019).

En marzo de 2020 el turismo en el país se detuvo como resultado de la pandemia de COVID-19. Esta parálisis del sector turismo afectó fuertemente los ingresos y el empleo de muchas personas relacionadas con esta actividad y a muchas comunidades locales que han apostado

por el turismo local de baja escala (ecoturismo, turismo comunitario, biocultural, de aventura, entre otras tipologías), que tuvieron cancelaciones a sus servicios en la antesala de dos épocas turísticas muy importantes para el turismo en México (Barrientos *et al*. 2020). La pandemia del COVID-19 ocasionó una caída histórica del 28.4% en el PIB Turístico de México durante el 2020 (Inegi 2021).

Durante el cierre de la actividad turística, las empresas turísticas se dieron a la tarea de realizar propuestas para la reactivación del turismo y preparar a las comunidades para enfrentarse a esta nueva realidad. En el sector turístico fue necesario adaptarse e innovar para recuperarse rápidamente después de la crisis.

Natura y Ecosistemas Mexicanos participó en algunas de estas iniciativas como la estrategia "México Sostenible Estrategia de Turismo 2030", además, participó en una entrevista realizada por National Geographic donde se explicó la importancia del ecoturismo en la zona, el trabajo realizado con las empresas sociales y cómo están siendo impactadas por la pandemia.

Por otro lado, se realizó un intenso trabajo con los socios durante la contingencia sanitaria para mantenerlos informados sobre las medidas de prevención y dar información con respaldo científico para evitar noticias falsas, elaborando y distribuyendo materiales informativos para las empresas. Todas estas medidas resultaron efectivas, ya que las comunidades tomaron medidas de distanciamiento con personas ajenas a sus ejidos y gracias a ello el contagio en la zona fue bajo.

En el mes de noviembre de 2021 el turismo empezó a regresar a la zona. Las empresas sociales contaban con la información y el equipo necesario para recibir a los turistas con las medidas sanitarias para la prevención del COVID-19. El ecoturismo fue la mejor opción para que las personas pudieran viajar, ya que, al ubicarse en destinos al aire libre, en paisajes naturales y sin aglomeraciones, permitía el distanciamiento social reduciendo el riesgo de contagio.

Las empresas sociales aprovecharon esta oportunidad para promover el municipio Marqués de Comillas como un turismo seguro. Para la reactivación del turismo, Natura y Ecosistemas Mexicanos acompañó a las empresas en la elaboración de campañas y nuevos paquetes, pero aún con estos esfuerzos, la recuperación del turismo en las empresas sociales ha sido lenta.

Conclusiones

Las empresas sociales siguen madurando y avanzando hacia su consolidación e independencia: durante los tres años de duración del proyecto se observó una mejora en la comunicación entre ejidos, el fortalecimiento de los grupos de trabajo y una mayor independencia en los trámites operativos y administrativos. Las empresas cuentan con distinto grado de madurez, pero el apoyo de las empresas con mayor experiencia ha ayudado a las empresas más jóvenes a mejorar la calidad en el servicio al contar con los mismos

lineamientos de las certificaciones y mejora en la operación acordados en la red de ecoturismo Vive la Lacandona.

En cuanto al desarrollo de las empresas, una constante durante los años ha sido la complejidad de requisitos que impone el Estado para mantener una empresa regularizada en el medio rural.

A lo largo del proyecto se ha asesorado y acompañado a las empresas para mantenerse en regla con sus obligaciones fiscales. Mantenerse al día con las regulaciones cambiantes y cumplir con todos los requerimientos que la Secretaría de Hacienda y el Servicio de Administración Tributaria imponen es complejo para cualquier empresa, pero sobre todo para las empresas ubicadas en medios rurales aislados.

Los medios de comunicación en las poblaciones rurales son de baja calidad, sobre todo el internet, que actualmente es requisito básico para informarse y agendar o realizar cualquier trámite ante gobierno.

Igualmente, la gran mayoría de los trámites se deben realizar en oficinas ubicadas en las principales ciudades de cada estado. Para esto, los socios de las empresas en medios rurales deben transportarse grandes distancias en muchas ocasiones para lograr cada paso de la constitución y regularización de sus empresas.

Por estas razones, mantener una empresa rural regularizada y en cumplimiento de obligaciones fiscales es complejo y requiere de muchos recursos para lograrlo, a tal punto que se desincentivan estas actividades. En contraste, otras actividades productivas como la ganadería o agricultura extensivas, a pesar de no ser sustentables o con beneficios comunitarios, se facilitan e incentivan con recursos económicos gubernamentales. De esta forma, existe una competencia desleal y es muy difícil consolidar la sustentabilidad en las comunidades.

Natura y Ecosistemas Mexicanos desarrolla un papel importante de asesoría en estos aspectos para las cinco empresas sociales ecoturísticas de Marqués de Comillas, lo que incluye acompañarlos en los viajes y trámites, asesorarlos en los requisitos de cada trámite, contactarlos con las dependencias o despachos necesarios y apoyarlos con los viáticos para facilitar sus movimientos.

Sin embargo, la experiencia que han tenido hasta ahora los miembros de las empresas les ha permitido resolver de manera más oportuna y cada vez es más sencillo para ellos desenvolverse en las instituciones que generalmente se encuentran en Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Palenque u Ocosingo. La manera en la que resuelven sus regularizaciones es parte del grado de maduración alcanzado de cada una de las empresas.

En el año 2020 la crisis sanitaria generada por COVID-19 afectó fuertemente al turismo en la zona ya que por varios meses se tuvieron que suspender las operaciones en las empresas, lo que llevó a la cancelación de grupos, reuniones programadas y capacitaciones. Todo ello, generó incertidumbre y desánimo entre los socios y empleados por la abrupta caída del turismo. El apoyo de Natura y Ecosistemas Mexicanos durante la pandemia fue clave, ya que

se mantuvo a las empresas realizando actividades de mantenimiento en las instalaciones, reuniones virtuales y realizando capacitaciones en línea, además de mantenerlos informados sobre las medidas de seguridad para evitar el contagio en los ejidos y disminuir la difusión de información falsa.

La recuperación del turismo ha sido muy lenta y provocó que algunos empleados migraran fuera de las comunidades y del país en busca de oportunidades de empleo, resultando en un cambio de personal en varias empresas y la pérdida de personas capacitadas. Sin embargo, también ha sido detonador de nuevas oportunidades a otros jóvenes de las comunidades. Actualmente las empresas continúan trabajando fuertemente para estabilizarse económicamente.

La implementación de estrategia de recuperación para las empresas las llevó a repensar y a diseñar nuevas experiencias que involucran a las cinco empresas aprovechando la oportunidad de venderse como un destino seguro que cumple con los lineamientos de prevención de COVID-19, al ser de baja escala, y desarrollarse en espacios abiertos.

Para ello, se utilizaron al hotel Canto de la Selva y el Campamento Tamandua como catalizadores para atraer al turismo a la zona. Con el apoyo de Natura y Ecosistemas Mexicanos y de la consultora especializada en comercialización Wytoc se realizaron campañas de difusión de los paquetes diseñados. Las campañas han ayudado a dar más visibilidad a las empresas en redes sociales y se incrementó el número de seguidores y visitas a las páginas. Sin embargo, no se ha logrado concretar las reservaciones esperadas. Estas campañas continuarán y se irán mejorando de acuerdo con la información obtenida. Además se continuará con la mejora de las páginas y el tiempo de respuesta de contacto de los clientes.

Por otro lado, el análisis de satisfacción de los clientes fue vital para la elaboración de las campañas brindando información sobre los rangos de edades de las personas que visitan las empresas, procedencia y las áreas de mejora. Es importante que las empresas continúen aplicando las encuestas de satisfacción para obtener información que les permita orientar a las campañas hacia el público meta.

Durante el periodo de desarrollo de este proyecto las empresas tuvieron importantes logros, que se presentan a continuación:

Regularización

- Las empresas sociales han adquirido experiencia para realizar los trámites ante la Secretaría de Hacienda, trámites bancarios, notaría, entre otros, gracias al acompañamiento realizado por Natura y Ecosistemas Mexicanos.
- El hotel Canto de la Selva cuenta con todos sus permisos y trámites en regla. Se realizó el acta de asamblea con la nueva directiva, el nuevo presidente de la SPR tramitó su firma electrónica en el SAT y se está haciendo una corrección al acta de acuerdo con las observaciones realizadas por el banco para obtener la cuenta bancaria.

- El campamento Tamandua actualizó su Acta de Asamblea protocolizada en el Registro Público de la Propiedad y Comercio.
- La Casa del Morpho actualizó el Plan de Manejo de la Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre ante la Dirección General de Vida Silvestre de Semarnat, se eligió una nueva directiva y se elaboró el acta con los cambios de la directiva y el cambio de algunos socios; esta acta aún está pendiente de protocolización.
- El Centro Ecoturístico Selvaje obtuvo su Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.

Difusión

- Se implementó la estrategia de difusión y comercialización de las empresas, se mejoró su posicionamiento de búsqueda, se brindaron capacitaciones para generar contenido y mantenerse activos en las redes sociales, se activó el sistema de reservación en las páginas web del hotel Canto de la Selva y Campamento Tamandua y se actualizó el catálogo de artesanías de la UMA La Casa del Morpho.
- Se fortalecieron las alianzas con plataformas de turismo como Rutopía, Airbnb y con los colegios Humanitree, Sierra Nevada, Ibero y Colegio Madrid ubicados en la Ciudad de México. El hotel Canto de la Selva, junto con la plataforma de turismo Rutopía y Natura y Ecosistemas Mexicanos, realizaron una campaña de recaudación de fondos para rehabilitar el hotel que fue dañado por la inundación a causa de la crecida del río Lacantún provocada por el huracán Iota que afectó Centroamérica.
- Se diseñaron diversos materiales de difusión para las empresas sociales que integran actividades en todas las empresas para mantenerse presentes y activas en redes sociales y para darse a conocer y atraer clientes.
- Las empresas La Casa del Morpho, Canto de la Selva, Campamento Tamandua y el Centro ecoturístico Selvaje participaron en la feria ATMEX de turismo de aventura donde se reunieron con agencias nacionales e internacionales.
- 3 empresas realizaron campañas publicitarias exitosas en Facebook que alcanzaron a 2,565,235 personas, de las cuales 171,387 interactuaron con las páginas.
- Se realizó una alianza con la Asociación Chiapaneca de Ciclismo para llevar a cabo la competencia de ciclismo del estado con sede en el Centro Ecoturístico Selvaje, para lo que las empresas trabajaron coordinadamente en todas las preparaciones necesarias. Se dio amplia difusión a las empresas entre nuevos públicos, sobre todo a un mercado especializado con interés en actividades de aventura.
- Se diseñaron y lanzaron campañas publicitarias en redes sociales del hotel Canto de la Selva y Campamento Tamandua, en colaboración con la consultora de comercialización digital Wytoc (quienes brindaron la asesoría pro bono). Se diseñaron ocho paquetes ecoturísticos que integran a las cinco empresas y son atractivos para diversos presupuestos e intereses. Se cambió el diseño de las páginas del hotel Canto de la Selva y Campamento Tamandua para hacerlo más atractivo y

que el proceso de compra sea lo más fácil posible. La primera campaña fue lanzada para Canto de la Selva y tuvo buenos resultados recibiendo 83 mensajes vía WhatsApp, 107 mensajes vía Facebook e Instagram y un total de 14,187 clics entre sus cinco publicaciones.

Evaluación

- Se realizó el análisis de las encuestas de satisfacción de las empresas sociales hotel Canto de la Selva, Campamento Tamandua y Centro Ecoturístico Selvaje. Para ello, se elaboraron formatos para medir el grado de satisfacción de los visitantes de las empresas sociales. Se recabó la información de las encuestas de satisfacción aplicadas, los datos de Facebook y Tripadvisor. Esta información se utilizó para dirigir las campañas al público objetivo.
- Se incrementaron el número de seguidores de las empresas sociales por las campañas publicitarias implementadas.
- Se analizaron 792 encuestas de satisfacción aplicadas entre 2019 y el 2022, realizadas a turistas en el Centro Ecoturístico Selvaje.

Operación y mantenimiento de instalaciones

- Las empresas sociales realizan actividades constantes de mantenimiento en su equipo e infraestructura para operar adecuadamente y con altos estándares de sustentabilidad que exige la red Vive la Lacandona.
- Las empresas sociales cuentan con información y equipamiento para la atención de visitantes cumpliendo con los lineamientos de riesgos sanitarios que dicta el gobierno federal haciendo de estas empresas un sitio seguro para visitar.
- 5 empresas sociales cuentan con equipo de protección para la prevención de transmisión de COVID-19 y se capacitan en el protocolo de prevención de contagios
- Se realizaron reuniones con las directivas de las empresas y los socios para establecer plan de reapertura y para examinar los servicios ofrecidos, de forma que sean más atractivos y atraer a los visitantes.
- El Hotel Canto de la Selva realizó acciones de mantenimiento en calentadores solares, revisión de sistema eléctrico, limpieza de tuberías de agua caliente en las habitaciones, reparación de equipo de bombeo de agua, reparación del techo por caída de árboles, mantenimiento de la estufa, instalación de señalización, sanitización y fumigación, compra de mobiliario y equipo para la reapertura. Además, rehabilitaron los caminos y senderos afectados por la inundación generada por la creciente del río Lacantún.
- El Campamento Tamandua mejoró sus instalaciones cumpliendo con los lineamientos del distintivo Moderniza y Punto Limpio. Se realizó la poda y corte de árboles para evitar daños en la infraestructura y la limpieza general de las instalaciones: se instalaron nuevos calentadores; se adquirió mobiliario para la oficina, equipo fotográfico para los guías de naturaleza, teléfono celular y equipo de

radio para el vehículo del campamento; se realizó mantenimiento de láminas en techos y revisión de la estructura de madera, cambio de mallas de mosquitero en los módulos de baño y cocina, barnizado y pintado de mesas y sillas de madera y compra de pantallas para focos, compra de llantas y batería para el vehículo del campamento.

- El Centro Ecoturístico Selvaje mantiene sus instalaciones en buenas condiciones y mejora su infraestructura. Se construyó un sitio de descanso en el área de puentes, se instalaron regaderas y se construyeron unos caminos en el sitio de agua caliente, se repusieron las tablas en los puentes, se cambiaron paneles del plafón del techo del área social y se construyó una nueva bodega que cuenta con un área de taller para mantenimiento de bicicletas. Además, se elaboró e instaló la señalética para el sendero de bicicleta de montaña.
- Las empresas Canto de la Selva y la Casa del Morpho fueron aprobadas dentro del programa "Jóvenes construyendo el futuro" que permite capacitar a jóvenes de la comunidad y que se integren en los trabajados de las empresas para reforzar la operación. La Casa del Morpho registraron y mantuvieron 2 jóvenes becarias de la comunidad en el programa para su capacitación e integración en los trabajados del taller artesanal y para reforzar la operación.
- En el Restaurante Bellavista se realizaron acciones de mantenimiento y limpieza de las instalaciones. En el terreno se limpiaron las malezas y basura y se realizó la poda del pasto, se instalaron nuevas llaves de agua, se adquirieron enseres de cocina y artículos de higiene personal para las cocineras, se reparó el congelador y los paneles solares, se sembraron plantas nativas en el terreno del restaurante, se pintó la fachada y terraza del restaurante y se revisó el sistema de iluminación y se reemplazaron apagadores.
- Se dio mantenimiento y se hicieron mejoras al sistema de radiocomunicación de las cinco empresas para que puedan comunicarse entre sí, se programaron radios portátiles de las cinco empresas y se instalaron y programaron los radios de las camionetas.

Certificaciones

- Las empresas sociales Canto de la Selva, Campamento Tamandua y Selvaje mejoran su operación, instalaciones y servicio al implementar los lineamientos de las certificaciones Moderniza Ecoturístico y Punto Limpio emitidas por la Secretaría de Turismo. Al mismo tiempo al cumplir con estándares de sustentabilidad se posicionan mejor en el mercado.
- Los socios y empleados del hotel Canto de la Selva cumplen con los requisitos exigidos por la certificación en sustentabilidad del ecoturismo.
- Las empresas implementan el programa Contacto Limpio Chiapas, certificación de calidad en seguridad sanitaria para la prevención del COVID-19 emitido por el gobierno del estado. Esta certificación se llevó a cabo de manera virtual y el proceso fue acompañado por personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Coordinación entre empresas

- Las empresas sociales de Marqués de Comillas avanzan en su consolidación al contar con un mecanismo de organización entre las 5 empresas (red de turismo), para fortalecerse en temas de difusión y comercialización. Durante este proyecto, se concluyó el documento de planeación estratégica y se conformó un consejo de la red integrado por 2 representantes de cada empresa. Además, se evaluó la figura jurídica más conveniente para la red, su funcionamiento y para el diseño de la página web.
- La red de ecoturismo Vive la Lacandona se mantiene activa mediante dos proyectos para impulsar la promoción e incrementar el número de visitantes, y para ello se renovó el trabajo de las comisiones de esta red.

Acción 3.3 <u>Identificar las cadenas de valor que generen sinergias positivas entre las empresas ecoturísticas existentes.</u>

I. Identificar los componentes de las cadenas de valor ecoturísticas mediante la literatura y el análisis de experiencias exitosas.
II. Identificar los componentes que aplican en Marqués de Comillas.
III. Analizar la viabilidad económica, ambiental y social de los componentes identificados.
IV. Proponer la articulación de los componentes viables con las empresas sociales que ya operan.
V. Identificar actores interesados y mecanismos financieros potenciales.
VI. Elaborar una propuesta integrada para la implementación de cadenas de valor ecoturística para Marqués de Comillas.

Indicador de progreso comprometido: 100%; Indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Identificar los componentes de las cadenas de valor ecoturísticas mediante la literatura y el análisis de experiencias exitosas.

Objetivos y principios del ecoturismo

El ecoturismo ha aparecido en las últimas décadas como una herramienta no solo con objetivos de carácter ambiental sino también en el plano socioeconómico. Si bien existen múltiples definiciones para el concepto de ecoturismo (IUCN 1997), éstas comparten un interés dual por promover la conservación de ecosistemas y su biodiversidad, así como por promover el bienestar socioeconómico de las comunidades residentes en las áreas en las cuales se desempeñan estas actividades. El ecoturismo se puede entender como un conjunto de actividades que cumple con los siguientes principios (De la Maza *et al.* 2015):

- *Respeto a los espacios naturales*. En el ecoturismo se busca apreciar la naturaleza tal como es. El respeto al medio ambiente y a las condiciones que permiten y mantienen un ámbito natural es una característica esencial del ecoturismo.
- *Incorporar el conocimiento de la naturaleza*. Al apreciar los espacios naturales en su forma original, el ecoturista busca entender las relaciones entre plantas, animales y el entorno que conforma su ambiente ecológico.
- *Contribuir a la conservación*. La contribución a la conservación de la naturaleza es parte inseparable del ecoturismo, tanto desde el punto de vista conceptual como desde el punto de vista más práctico y utilitario. Si la actividad ecoturística no contribuye a la protección del entorno natural en el que se desarrolla, se condena a sí misma como actividad económica.

- *Ser de baja intensidad*. Todo proyecto ecoturístico debe respetar las condiciones naturales del área en la que se desarrolla y cuidar de no rebasar el límite de cambio aceptable de la misma.
- *Cumplir una función social*. El ecoturismo es una alternativa para la diversificación económica de las zonas donde opera y debe contribuir al mejoramiento del nivel de vida de las comunidades locales, quienes reciben la mayor parte de los beneficios económicos que se producen.
- *El atractivo del ecoturismo son los ecosistemas naturales, no la infraestructura turística*. Si bien todo servicio turístico requiere de algún tipo de infraestructura, en el ecoturismo ésta no es el atractivo principal, como sí lo son los ecosistemas naturales.
- *Cumplir con los requisitos y especificaciones de sustentabilidad*. La sustentabilidad es un factor fundamental e importante dentro del ecoturismo. Por lo anterior, es importante considerar en todo momento las diferentes normas y certificaciones que se han implementado en los ámbitos nacional e internacional.

Partiendo de estos principios, la sustentabilidad del ecoturismo dependerá del cumplimiento simultáneo de una serie de aspectos en los planos ambientales, sociales y económicos (Epler 2002 citado en De la Maza *et al.* 2015). A grandes rasgos, la sustentabilidad ambiental del ecoturismo dependerá de la adecuada conservación de la integridad de los ecosistemas en los cuales se desempeñan las actividades. De acuerdo con De la Maza *et al.* (2015), "la sustentabilidad ambiental del ecoturismo debe estar basada en que esta actividad no puede ser masiva, sino de baja densidad, debido a los impactos adversos que pudieran llegar a presentarse por prácticas indebidas. Así, desde un inicio el diseño del ecoturismo debe considerar algunos requisitos de sustentabilidad para su adecuada implementación y práctica."

Por otro lado, la sustentabilidad en el plano socioeconómico dependerá de la generación de beneficios socioeconómicos de manera equitativa, incluyente y permanente. Tal como describen De la Maza *et al.* (2015 citando a Campbell 1999, Drumm y Moore 2002 y Rojas 2002), esto significa cumplir con las siguientes pautas: involucrar a diversos actores, tales como individuos, comunidades e instancias gubernamentales, en las fases de planificación, desarrollo, implementación y monitoreo; respetar las culturas y tradiciones locales; capacitar de manera incluyente a los actores involucrados; generar ingresos sostenibles y equitativos en las comunidades; promover la diversificación económica de las comunidades participantes; fomentar la sustentabilidad de otras actividades productivas, tales como pesca y agricultura; maximizar los beneficios económicos para los habitantes locales mediante la generación de empleo, así como la elaboración de productos y servicios a nivel local.

Experiencias en Marqués de Comillas

Como se mencionó en las secciones anteriores, Natura y Ecosistemas Mexicanos ha impulsado desde 2009 la constitución de 5 empresas con ejidatarios de Marqués de Comillas, los cuales han contribuido a la conservación de la selva de sus ejidos, generado una derrama económica entre los socios, y han sido además una fuente de empleo local. Este municipio, localizado en la zona sureste de la Selva Lacandona, ha sido identificado como un área con gran potencial ecoturístico. En el plano ambiental, forma parte de la Selva Lacandona, una de las zonas con mayor riqueza biológica de México y de América Septentrional, la cual brinda importantes servicios ambientales. La Selva Lacandona contiene cerca del 50% de las selvas tropicales húmedas restantes en México, misma que la quinta parte de la diversidad de especies del país. En particular, el municipio de Marqués de Comillas es una zona de alta relevancia ecológica. Por un lado, se encuentra íntimamente relacionada con la dinámica ecológica de la Reserva de la Biósfera Montes Azules (RBMA), la reserva de mayor superficie y relevancia ecológica en la Selva Lacandona con un área de 331,200 hectáreas. Por otro lado, mantiene aún importantes fragmentos de selva tropical húmeda, mismos que se conectan con otras selvas de Centroamérica para formar importantes corredores biológicos que albergan alta biodiversidad de flora y fauna. Más allá de su relevancia ecológica, el municipio Marqués de Comillas ofrece una amplia gama de sitios con potencial de visita ecoturística, ya que en los fragmentos amplios de selva aún se puede encontrar fauna y una espectacular belleza escénica, lo cual resulta muy atractivo para los visitantes.

No obstante, a pesar de estas características ambientales, el municipio de Marqués de Comillas ha experimentado un alto grado de deforestación y degradación en las últimas décadas. En un proceso que comparte con el resto de la Selva Lacandona, en Marqués de Comillas se ha transformado una buena parte de los ecosistemas naturales para establecer parcelas agropecuarias por sus poblaciones. Estos procesos han sido una consecuencia del fomento de inadecuadas políticas gubernamentales de producción, así como de la necesidad de los habitantes locales ante la falta de alternativas productivas. Esta deforestación ha provocado la pérdida de cobertura vegetal original y de diversos servicios ambientales, lo cual ha desencadenado procesos de fragmentación y aislamiento de los remanentes de selva que han puesto en riesgo la biodiversidad de la zona (Carabias *et al.* 2007).

El desarrollo de estos procesos de transformación de los ecosistemas naturales no ha contribuido a mejoras en el plano socioeconómico entre la población del municipio Marqués de Comillas. Al contrario, debido a las características de baja productividad de la tierra en la zona así como por los efectos asociados con la transformación de los ecosistemas, se ha mermado la ya de por sí precaria calidad de vida de la población (Carabias *et al.* 2007). En efecto, en su mayoría, las familias en el municipio se encuentran en situaciones de vulnerabilidad económica y escasos recursos. Además, el acceso a servicios de salud, educación e inclusive de financiamiento son limitados y deficientes. Dadas estas características socioeconómicas entre la población de Marqués de Comillas, el desarrollo de

actividades ecoturísticas se ha promovido con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los pobladores, de facilitar y promover actividades productivas alternativas que generen empleos e ingresos, así como de generar una oportunidad para generar una reapreciación del patrimonio cultural y natural en el plano local.

Las 5 empresas que se han desarrollado con la asesoría y acompañamiento de Natura y Ecosistemas Mexicanos en una microrregión de 5 ejidos son parte del Plan de Desarrollo Ecoturístico del municipio. De éstas, cuatro están enfocadas al ecoturismo: el Hotel Canto de la Selva del ejido Galacia; el Campamento Tamandúa del ejido Flor del Marqués; el Centro ecoturístico Selvaje del ejido El Pirú y el restaurante Bellavista del ejido Adolfo López Mateos. La quinta empresa social consiste en una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre: La Casa del Morpho, ubicada en el ejido Playón de la Gloria. Entre algunos de los resultados obtenidos, se encuentra un aumento en más de 50% de los ingresos de las familias que participan en los proyectos productivos sustentables de dichas empresas (De la Maza *et al.* 2015).

Todas estas empresas se han impulsado de manera articulada y coherente con el fin de desarrollar una red ecoturística diversificada y complementaria en la zona, que a su vez tiene como objetivo asegurar la sustentabilidad ambiental y socioeconómica de las empresas. Por un lado, impulsar la diversificación de las empresas genera una oferta atractiva que atiende a diversos nichos de turistas lo que potencialmente implica un aumento en el número de visitantes. Asimismo, contar con diversas actividades permite al turista permanecer en la zona por más tiempo lo cual genera una mayor derrama económica. De esta manera se generan sinergias entre las empresas. Por ejemplo, al hospedarse en Canto de la Selva o en el Campamento Tamandua, los turistas no solo tienen la opción de realizar actividades en sus respectivas empresas, sino que además pueden visitar la Casa del Morpho y Selvaje como actividades de día. Por otro lado, impulsar la complementariedad en las empresas evita el riesgo de que exista competencia entre ellas. Tener empresas que compitan entre sí puede ser muy problemático no solamente por su potencial de generar tensiones y erosionar la cohesión entre los participantes de diversas empresas, sino también porque puede generar incentivos que perjudiquen su desempeño económico. Esto podría eventualmente reducir el interés en participar en empresas lo cual pondría en riesgo la permanencia de los ecosistemas naturales. Por ejemplo, para poder competir con empresas de hospedaje similares, los participantes tendrían incentivos de modificar sus precios lo cual perjudicaría la rentabilidad de éstos y tendría el potencial de desmotivar su continuación. Por ello, Canto de la Selva y Campamento Tamandua se diseñaron para atender a diferentes nichos de mercado con el fin de evitar la competencia entre las empresas.

Además, con base en los principios de ecoturismo descritos previamente, la red en la zona se ha realizado con controles y reglas ambientales y socioeconómicas estrictas, promovida y operada por actores locales, y en beneficio de la biodiversidad y población local. La selección de estas empresas se basó en la importancia que tienen los remanentes de la selva en los

ejidos participantes por su biodiversidad y función de conectividad biológica. Además, las familias involucradas han decidido participar de manera voluntaria pues los dueños de estas selvas se interesaron y organizaron para incursionar en estas nuevas actividades productivas (De la Maza *et al.* 2015). Todas las empresas tienen un fundamento jurídico y una forma organizativa semejante, que se resume en los siguientes puntos (De la Maza *et al.* 2015):

- *Cada proyecto se convirtió en una empresa ecoturística social, formada únicamente por ejidatarios, quienes son dueños de parcelas con selva o usufructuarios de las tierras de uso común, y se han comprometido a conservarlas. En los casos de los ejidos que aún mantienen las tierras de uso común en forma colectiva (Flor de Marqués y El Pirú), el ejido aporta toda la superficie de selva a la conservación, a lo cual se suma la selva de los ejidatarios socios de la empresa, que también se comprometen a conservarla.*
- *Los socios de cada empresa se constituyeron en Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada (SPR) o Sociedad Cooperativa (SC), cuyo objeto es la conservación de los remanentes de selva del ejido y mejorar la calidad de vida de los dueños de la tierra al proporcionarles empleo permanente. La máxima autoridad de cada sociedad es la Asamblea de Socios y cuenta con un presidente, un tesorero, un secretario (con sus respectivos suplentes) y un comité de vigilancia. Cada sociedad tiene estatutos legalmente constituidos y registrados en el Registro Agrario Nacional, así como un reglamento interno que define la relación entre ella y la empresa.*
- *Los estatutos de cada sociedad, semejantes entre sí pero cada uno con sus modalidades, establecen tres principios para la sustentabilidad ambiental, social y económica de las empresas:*
    1. *Sólo pueden ser socios quienes sean ejidatarios con selva.*
    2. *Sólo pueden ser empleados quienes sean socios o sus familiares.*
    3. *El reparto de utilidades está en función de la cantidad de selva que cada ejidatario comprometió para la conservación.*

Estos tres elementos incluidos en los estatutos permiten dos cosas esenciales para la sustentabilidad de un proyecto ecoturístico: que esté vinculado con la conservación de la selva y que la derrama económica (empleos y utilidades) recaiga en los dueños de la selva o de la unidad familiar. De esta manera, se garantiza que los dueños de la selva sean quienes usufructúen los beneficios de la actividad económica. Asimismo, contribuye a evitar que las empresas sean absorbidas por operadores externos.

- *Cada empresa cuenta con un Plan de Negocios que incluye la misión, visión, operación y corrida financiera, además de un manual operativo en el que se definen las funciones de cada empleado y el modus operandi del proyecto. En el reglamento interno de la sociedad se establecen claramente sus relaciones con el administrador y los empleados de la empresa.*

- *El presidente de la sociedad y el administrador del proyecto se reúnen periódicamente para dar seguimiento al funcionamiento de la empresa, identificar las necesidades y problemas, y planear los siguientes pasos para el corto plazo, en concordancia con las resoluciones de la Asamblea de socios. La Asamblea se reúne al menos una vez por semestre, para informar de los avances de la empresa, discutir sus problemas y tomar decisiones para el mediano plazo. El presidente rinde cuentas de la empresa a la Asamblea una vez al año, y se realiza el reparto de utilidades de manera transparente.*
- *Las empresas están registradas ante el Sistema de Administración Tributaria (SAT), pagan sus impuestos puntualmente y están facultadas para emitir facturas.*
- *La mayoría de los empleados son hijos de los socios o socios jóvenes (hombres y mujeres) que han optado por esta actividad productiva. El pago de los empleos proviene de las ganancias que van generando los proyectos. Según las características específicas de los proyectos, algunos generan empleos permanentes y otros temporales. En la descripción detallada de los proyectos se explican las modalidades.*

Cadenas de valor

Motivación

Desde su concepción, un objetivo planteado para las empresas en Marqués de Comillas ha sido estabilizar la conservación después de que acaben los subsidios del esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) que ha apoyado la Comisión Nacional Forestal (Conafor) no solo en los ejidos participantes sino también en otros ejidos en la zona. El incentivo económico gubernamental del PSA, con el cual se reconoce que la selva debe ser valorada y su conservación retribuida a sus dueños, ha sido muy exitoso ambientalmente pues ha permitido detener la deforestación en 97.8% de la superficie de selva registrada en este programa. La experiencia de PSA en Marqués de Comillas ha mostrado que recibir un pago monetario, actualmente $1,000 pesos mexicanos por hectárea al año, es y ha sido un fuerte motivante para que las familias decidan conservar sus selvas en vez de darles un uso agropecuario. Sin embargo, por tratarse de un subsidio gubernamental con duración definida, otorgada en contratos de cinco años, el esquema de PSA no garantiza la permanencia de las selvas en el largo plazo. Por ende, se ha planteado como objetivo de las empresas la necesidad de que la derrama económica de éstas, incluyendo empleos y reparto de dividendos, sea por lo menos equivalente a lo que recibe la unidad familiar por hectárea del PSA.

No obstante, debido tanto a características intrínsecas del ecoturismo en general como a características particulares de las empresas tal como han sido implementados en Marqués de Comillas, se dificulta lograr el objetivo de compensar el PSA a través de las empresas. En cuanto a características generales del ecoturismo como actividad financiera, contar con condiciones *sine qua non* tales como baja intensidad y requisitos de sustentabilidad

ambiental, limita necesariamente los ingresos y empleos posibles por medio de actividades de ecoturismo. Además, en particular las empresas en Marqués de Comillas se encuentran restringidas para poder compensar el PSA debido a límites al número de visitantes tales como la capacidad de carga del hospedaje y a la producción de artesanías por capacidades de los artesanos y por materia prima. Asimismo, características en cuanto a participación y tenencia de tierra en algunas empresas limitan las posibilidades de generar importantes derramas económicas y laborales. Por ejemplo, algunos ejidos han incorporado a toda la población del ejido y asociado las empresas a grandes extensiones de selva, lo cual limita tanto la derrama económica promedio por familia como la posibilidad de generar empleos para un alto porcentaje de la población. Con base en la información de las empresas ecoturísticas en Marqués de Comillas, a continuación se muestran algunos estimados y perspectivas que dejan en evidencia la dificultad en alcanzar el objetivo de compensar el PSA:

- En Galacia, conservar las 1,500 hectáreas requeriría un ingreso neto de $1,500,000 pesos mexicanos al año. Esto implicaría al menos 1,500 personas/noche al año, lo cual es viable pero difícil de alcanzar.
- En Flor del Marqués, conservar las 700 hectáreas requerirá un ingreso neto de $700,000 pesos mexicanos al año. Esto implicaría al menos 1,500 personas/noche al año, lo cual es viable pero difícil de alcanzar.
- En Playón de la Gloria, conservar las 254 hectáreas requeriría un ingreso neto de aproximadamente $250,000 pesos mexicanos al año. Esto implicaría una venta de más de 1,500 artesanías al año, lo cual es viable pero difícil de alcanzar.
- En El Pirú, conservar las 2,000 hectáreas requeriría un ingreso neto de $2,000,000 pesos mexicanos al año. Esto implicaría alcanzar 4,000 visitantes al año, equivalente a más de 300 al mes, lo cual no es viable dadas las circunstancias actuales
- En Adolfo López Mateos, para conservar 908 hectáreas se requeriría un ingreso neto de $908,000 pesos mexicanos al año. Esto implicaría cerca de 5,400 comensales, equivalente a 450 al mes o 15 al día, lo cual es viable pero aún difícil de alcanzar.

Ante estos escenarios, es necesario generar mecanismos que refuercen la operación de las empresas ecoturísticas hacia una nueva etapa de maduración y consolidación, tanto para cada empresa social como en su conjunto como corredor ecoturístico. En este contexto, se ha identificado la necesidad de identificar las cadenas de valor que generen sinergias positivas entre las empresas ecoturísticas existentes.

Además, impulsar cadenas de valor de las empresas ecoturísticas podría generar un aumento en empleos locales. Por un lado, los posibles servicios, actividades y sistemas de producción propuestos para impulsar la creación de cadenas de valor relacionadas a las empresas ecoturísticas en Marqués de Comillas tienen implicaciones directas sobre creación de empleos. Por otro lado, el impulso de cadenas de valor incentiva la economía local que

estimula la creación de empleos de manera indirecta. Por ejemplo, los servicios, actividades y sistemas de producción propuestos previamente requerirán de otros empleos de atención como talleres mecánicos, carpintería, plomería, electricistas, y otros oficios.

Marco conceptual

Para entender las problemáticas y las interacciones naturaleza-sociedad que se llevan a cabo en Marqués de Comillas, se utilizó un modelo analítico elaborado para el proyecto FORDECyT-273646 (Zorrilla *et al.* 2019) del Centro de Cambio Global y Sustentabilidad. Dicho modelo se basó principalmente en el marco conceptual de la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por su nombre en inglés).

Los modelos son herramientas de análisis útiles para identificar las principales interacciones entre factores y entender las causas de procesos de interés. El desarrollo de un modelo resulta crítico para integrar y evaluar sistemas humanos y naturales, ya que permiten identificar la naturaleza de los problemas y las herramientas necesarias para atenderlos.

La expresión gráfica de este modelo (Figura 141) permite entender las relaciones e interacciones entre los distintos componentes del territorio. A su vez, al caracterizar cada uno de los componentes del modelo y las relaciones e interacciones entre ellas, se puede, en primer lugar, hacer un diagnóstico actual del sistema. En segundo lugar, este mismo modelo también permite hacer diagnósticos del mismo sistema en otro periodo de tiempo, ya sea futuro o pasado y, por lo tanto, evaluar si el sistema como un todo se está acercando o alejando de un desarrollo sustentable. El modelo consiste en ocho componentes:

1) *Sociedad.* Son todos los atributos que caracterizan el nivel de bienestar de una sociedad y la calidad de vida de una población. Incluye aspectos demográficos, económicos, sociales y tecnológicos que inciden en el uso y manejo de los recursos naturales.
2) *Naturaleza.* Son todos los atributos que caracterizan el estado de la naturaleza, en particular aquellos que describen la atmósfera, la biodiversidad, el suelo y la calidad del agua.
3) *Servicios ecosistémicos.* Son los beneficios que reciben los humanos de la naturaleza (Díaz *et al.* 2015). Estos servicios contribuyen al bienestar de los diferentes actores y por lo tanto sus beneficios varían en función del actor considerado. Se distinguen tres tipos de servicios ecosistémicos: los de regulación, de provisión y culturales (Díaz *et al.* 2015). Los servicios ecosistémicos son el resultado de la interacción entre la sociedad y la naturaleza.
4) *Factores indirectos.* Este componente describe las maneras en que las sociedades se organizan y las relaciones entre los diferentes actores involucrados en la gestión del territorio y considera los factores que influyen en estas relaciones y maneras de organización (contexto histórico y cultural, costumbres, conocimientos, etc.). Así mismo, analiza las estructuras sociales que determinan cómo se adoptan y se aplican las decisiones, cómo se ejerce el poder y cómo se distribuyen las responsabilidades. Incluye también los instrumentos y políticas públicas que inciden en gran medida en las decisiones de la gente y en su comportamiento,

así como en la manera en que se relacionan con la naturaleza para la obtención de beneficios. Los factores indirectos pueden ser analizados en diferentes niveles en función de su injerencia y en el caso de los actores, dependiendo de sus intereses y objetivos.

5) *Actividades en el territorio.* Son todas las actividades productivas (p.ej. agricultura, ganadería, silvicultura, pesca) o no productivas (conservación, pago por servicios ambientales) que se llevan a cabo en un territorio y que definen el estado y uso de suelo y de los recursos naturales a diferentes escalas.

6) *Factores directos.* Son todos aquellos procesos consecuentes de las actividades en el territorio y que generan impactos a la naturaleza y a la sociedad. Los principales factores directos son: 1) el cambio de uso de suelo (deforestación o recuperación de la cobertura forestal), 2) uso de los recursos naturales (sobreexplotación o manejo sustentable), 3) estado del suelo (degradación o recuperación del mismo), 4) presencia o ausencia de contaminación, y 5) presencia o ausencia de especies invasoras.

7) *Impactos.* Son todos los efectos ambientales, sociales y económicos que resultan de una actividad y sus factores directos. Estos pueden ser positivos o negativos.

8) *Factores exógenos.* Son todos aquellos eventos o circunstancias que no se originan o explican por las actividades realizadas en el territorio, pero que afectan las características de la sociedad o de la naturaleza del territorio. Ejemplo de factores exógenos son los terremotos, inundaciones, plagas, conflictos armados o migración.

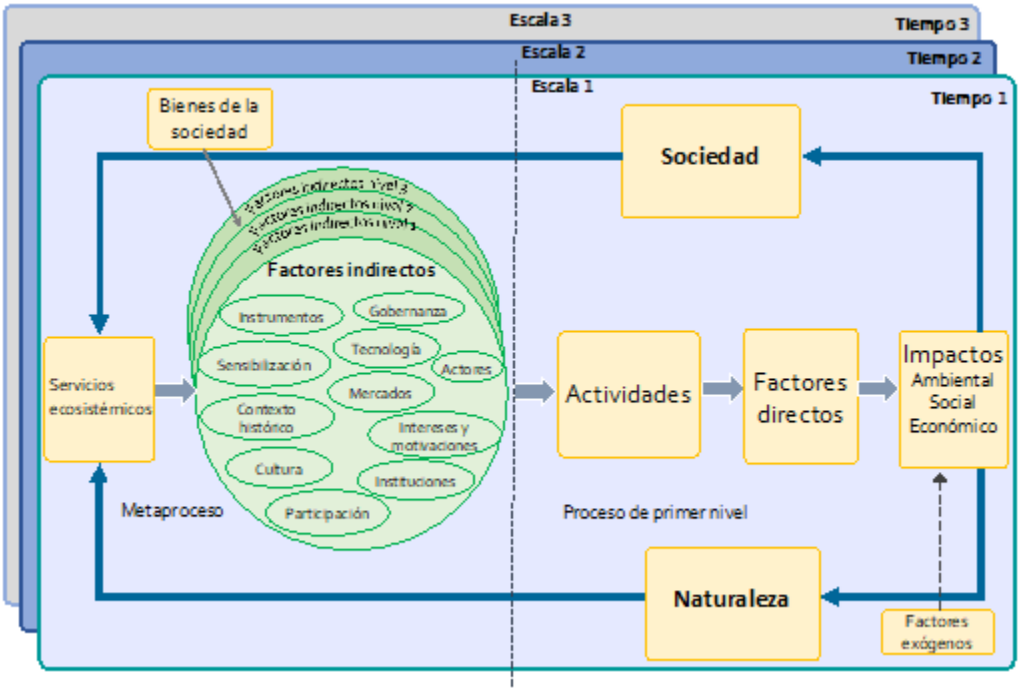


Figura 141. Expresión gráfica del Modelo Analítico. Fuente: Objetivo 1 proyecto FORDECyT-273646 (Zorrilla *et al.* 2019).

Elaborando un análisis del territorio de Marqués de Comillas, a través del modelo analítico, es posible identificar de manera simplificada los factores de presión que están afectando al sistema (Figura 142).

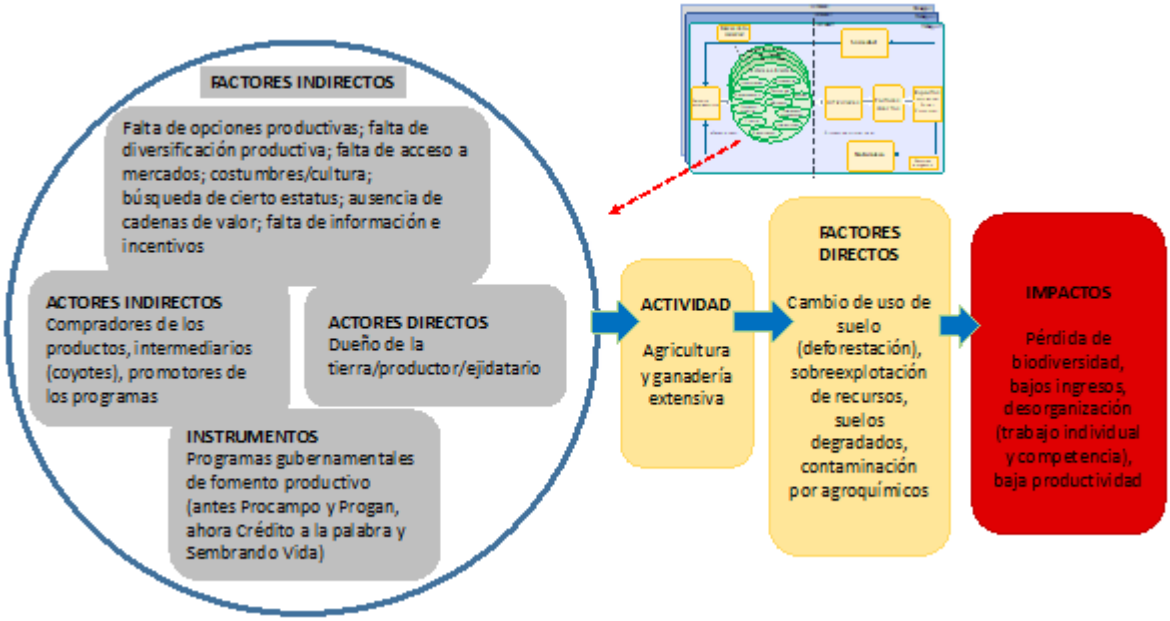


Figura 142. Modelo aplicado a Marqués de Comillas, basado en las actividades tradicionales que tienen impactos negativos. Fuente: elaboración propia basado en el Objetivo 1 proyecto FORDECyT-273646 (Zorrilla *et al.* 2019).

La falta de opciones productivas, acceso a mercados y de información y capacidades técnicas, así como los incentivos por parte del gobierno, han marcado la ruta de integración productiva y de uso del suelo en la región. En su mayoría, los productores buscan desarrollar sistemas extensivos que permitan usar el total de sus tierras y maximizar el beneficio económico. La ganadería es altamente reproducible ya que asegura un mínimo de producción, ocupa con bajo costo la totalidad de la tierra, requiere menos fuerza de trabajo que otras actividades y brinda estatus social. El desarrollo de este tipo de actividades agropecuarias ha implicado la deforestación de gran parte de los ecosistemas de Marqués de Comillas, proceso que ha impactado en la pérdida regional de la biodiversidad y ha mantenido a la población en situación de pobreza y marginación.

A raíz de este análisis, se generó un Modelo de Gestión Sustentable del Territorio (Figura 143) que busca revertir los factores de presión hacia factores de cambio para lograr la gestión territorial sustentable. Con esto nos referimos a aquella gestión, o administración de los recursos, que permite generar desarrollo económico y social, en este caso a través del ecoturismo, que minimiza la degradación o la destrucción de su propia base ecológica, y que asegura la integridad ecosistémica y el bienestar de sus habitantes.

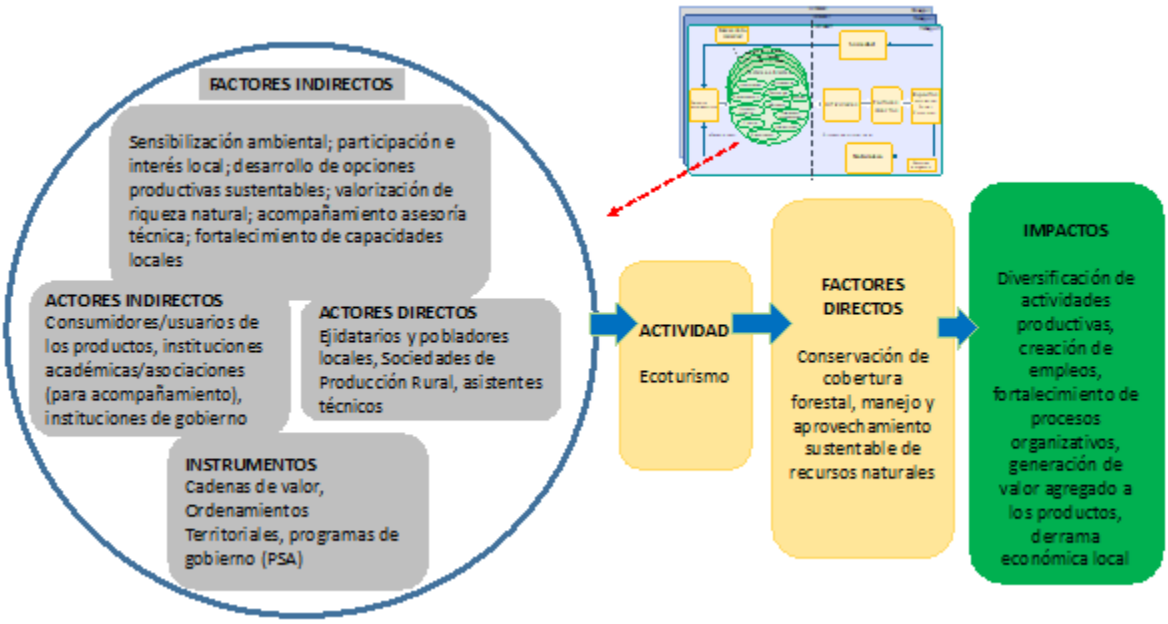


Figura 143. Modelo aplicado a Marqués de Comillas, basado en la implementación de ecoturismo. Fuente: elaboración propia basado en el Objetivo 1 proyecto FORDECyT-273646 (Zorrilla *et al.* 2019).

El fomento de actividades productivas sustentables como el ecoturismo, que dependen de la selva en pie, refuerza en los pobladores locales la visión de que la selva puede ofrecer nuevas opciones productivas, complementarias a sus actividades convencionales agropecuarias, que favorecen su economía familiar. Un factor clave para que se logren estos objetivos es que los productores avancen en la apropiación de tecnologías y conformen organizaciones económicas que les permitan desarrollar o incorporarse de forma adecuada a cadenas de valor y cubrir mercados. Con esto, además, es perfectamente viable generar empleos vinculados a la conservación, así como a los proyectos productivos sustentables y a las cadenas de valor asociados a éstos.

En el planteamiento conceptual del ecoturismo descrito previamente, las cadenas de valor son uno de los factores indirectos de cambio que juegan un papel importante al modificar los factores directos de cambio sobre la naturaleza y, con ello, las contribuciones de la naturaleza para la sociedad y la calidad de vida de la sociedad.

Una ‘cadena de valor’ se puede entender como una alianza o red de colaboración estratégica entre diversas organizaciones con aras de lograr ciertos objetivos de largo plazo y en beneficio de los participantes (Lundy *et al.* 2003). Una definición puntual para cadena de valor desarrollada por Weiskopf y Landero (2011) es la siguiente:

Una cadena de valor es un sistema económico que involucra una secuencia de actividades (funciones) que abarca desde la provisión de insumos hasta la comercialización.

Comprende un grupo de empresas, actores que realizan las funciones de provisión de insumos, producción, transformación y comercialización, que son propietarios de los productos (operadores) y que se relacionan entre sí de una manera formal o contractual.

El objetivo es atender las demandas del mercado a fin de generar ingresos y agregar valor en la cadena, tanto a nivel de productos como a nivel de relaciones entre actores, generando además de la eficiencia económica, condiciones de equidad, confianza, sostenibilidad ambiental y fortalecimiento organizacional.

A diferencia de una cadena productiva tradicional que simplemente consiste en "una alianza, red de colaboración estratégica entre varias organizaciones participantes con el fin de lograr ciertos objetivos en el mercado durante el largo plazo y para beneficio mutuo de los participantes" (López *et al.* 2008 citando a Lundy *et al.* 2003), en una cadena de valor es fundamental la "integración entre actores y la búsqueda de objetivos comunes de mercado y beneficio mutuo para los actores" (López *et al.* 2008).

Un objetivo fundamental de una cadena de valor es el de (re)valorizar diversos eslabones a lo largo de la cadena productiva de una manera concertada e integrada entre los actores. Tal como apunta Álvarez Icaza (2015), en el contexto de sistemas productivos sostenibles y biodiversidad, entre los cuales figura el ecoturismo, fomentar cadenas de valor tendría los siguientes objetivos puntuales (Figura 144):

- *Agregar valor a bienes y servicios producidos con atributos afines a la conservación y las formas sostenibles de producción.*
- *Garantizar la calidad esperada de los bienes y servicios ofrecidos.*
- *Fomentar vínculos efectivos con el mercado y alianzas estratégicas.*
- *Obtener retorno económico por el valor agregado*

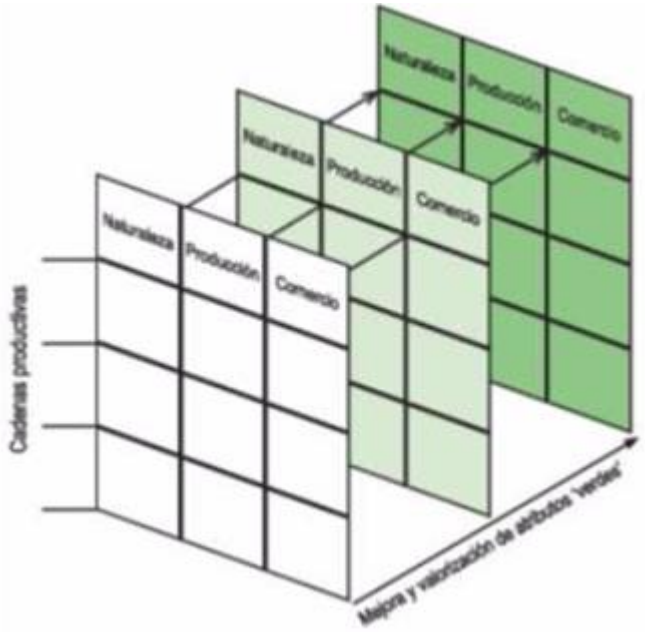


Figura 144. Esquema de cadena de valor para sistemas productivos basados en ecosistemas.

II. Identificar los componentes que aplican en Marqués de Comillas.

Se propone articular los espacios ecoturísticos en Marqués de Comillas de manera concertada e integrada mediante cadenas de valor con el objetivo de agregar valor a los beneficios por las empresas ecoturísticas, entre los cuales destacan aumentar la derrama económica y los prospectos laborales, a la vez que se cumplen criterios de sustentabilidad ambiental y socioeconómica.

En particular, con base en la experiencia de las empresas ecoturísticas en Marqués de Comillas, se han identificado un conjunto potencial de servicios, actividades o sistemas productivos para impulsar diversos eslabones en la cadena de valor. Estos servicios, actividades o sistemas productivos se pueden clasificar como de ‘sustitución’ o ‘complementariedad’.

Por un lado, ‘sustitución’ se refiere a internalizar servicios, actividades o sistemas productivos que previamente no se desempeñan por las empresas. Por ejemplo, el crear una empresa de transporte local para los turistas permite sustituir la contratación de empresas externas de transporte, lo cual genera una derrama económica y crea empleos adicionales. Por otro lado, ‘complementariedad’ se refiere a generar servicios, actividades o sistemas de producción adicionales a los actualmente desempeñados por las empresas. Por ejemplo, una actividad complementaría incluiría crear nuevas actividades o servicios para los turistas dentro de las empresas existentes.

Estos servicios, actividades o sistemas productivos que impulsen las cadenas de valor pueden ser de carácter específico para una empresa o de carácter transversal y relacionarse con múltiples empresas a la vez. Si bien el segundo caso permitiría generar importantes sinergias entre las empresas, no todos los servicios, actividades o formas de producción son propensos a abarcar varias empresas. Por ejemplo, mientras que una empresa de transporte local tiene un alto potencial de ser utilizada para varias empresas a la vez, lo cual generaría múltiples derramas económicas, un huerto familiar para legumbres tiene menor potencial para abarcar varias empresas y más bien se enfocaría en una empresa en particular.

Componentes de las cadenas de valor identificados

A continuación, se describen los potenciales servicios, actividades y proyectos identificados para impulsar la creación de cadenas de valor en las empresas ecoturísticas en Marqués de Comillas. Esta lista fue compuesta con base en la revisión de la literatura relacionada a cadenas de valor, así como con la experiencia de los miembros del equipo de ecoturismo en Natura y Ecosistemas Mexicanos:

Componentes de sustitución

- Agencia de viajes

Establecimiento de empresa para agendar y administrar visitas a las empresas ecoturísticas. Esto permite evitar el pago de servicios a agencias de viajes externas, a su vez que genera empleos adicionales.

- Servicio de transporte para turistas o suministros

Establecimiento de empresa para desplazar a pasajeros de un lugar a otro para realizar actividades ecoturísticas, o para comprar suministros para abastecer a las empresas. Esto permite dar soporte a todas las empresas para evitar que cada uno tenga que salir de la región a comprar suministros y que los turistas se muevan de una empresa a otra. De esta forma se generan derramas económicas y sinergias entre las empresas ecoturísticas.

- Producción local de alimentos

Actividades productivas administradas y desarrolladas a nivel local que buscan sustituir la compra de insumos alimenticios externos para las empresas de ecoturismo con producción dentro de la zona. A través de este proceso productivo se genera una derrama económica y la potencial creación de empleo. La producción es a escala familiar, por lo que busca atender a la demanda particular de las empresas en cada ejido.

Huertos familiares: producción de legumbres y otros productos en huertos familiares.

Productos avícolas: crianza en traspatio de gallinas y venta de los resultantes productos tales como huevo y carne de pollo.

Acuacultura: estanques para producción de pescado.

Carne bovina o porcina: producción de carne de res o puerco. En este caso, el objetivo no es fomentar producción adicional sino sustituir la actual compra de estos productos fuera del territorio con aquellos producidos localmente con la condición de que la producción no genere cambio de uso de suelo u otro daño ambiental.

Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) para producción de carne de fauna silvestre: manejo de fauna silvestre a través del instrumento de UMA para producción de carne de monte tal como tepezcuintle y venado cola blanca. Por tratarse de productos únicos para la zona éstos no solamente sustituyen la compra de otros alimentos, sino que además complementan la oferta alimenticia para las empresas ecoturísticas.

Panadería: producción de pan para venta local.

Componentes de complementariedad

- Producción de artesanías

Realización de obras y trabajos manuales que no son producidos en serie ni industrialmente. Las artesanías y piezas de arte pueden exhibirse en el mismo sitio de manufactura o en diversos puntos de venta.

- Producción forestal

Manejo de especies maderables de la zona para el aprovechamiento de material que abastezcan de madera legal a las empresas.

- UMA para producción de plantas de ornato

Especies locales como orquídeas o heliconias.

- Nuevos sitios de visita

Establecimiento de nuevos sitios de visita tanto dentro de los ejidos con empresas actuales como fuera de éstas. La selección de los sitios se realiza de manera articulada y coherente con el fin de impulsar la diversificación y la complementariedad en las empresas. Diversificar la oferta de turismo genera derramas económicas y creación de empleo pues aumenta el número de visitantes y la duración de su estadía. Seleccionar las actividades de manera complementaria evita el riesgo de que exista competencia entre ellos y que se diluyan las derramas económicas entre empresas ecoturísticas por este motivo.

Herpetario: establecimiento para estudiar, conservar, exhibir y comunicar al turista principalmente la diversidad de anfibios y reptiles que se distribuye en la región.

Acuario: establecimiento para estudiar, conservar, exhibir y comunicar al turista principalmente la diversidad de fauna acuática que se distribuye en la región.

Orquideario: establecimiento para estudiar, conservar, exhibir y comunicar al turista principalmente la diversidad de orquídeas que se distribuye en la región.

Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre de observación y fotografía de fauna: establecimiento con el objetivo específico de encontrar ciertas especies emblemáticas o vistosas para su observación y fotografía. Se brinda una explicación sobre la biología y comportamiento del organismo, así como de su estatus de conservación y la problemática que enfrenta. Las especies animales que pueden observarse varían según el horario y el lugar, e incluyen especies llamativas como cocodrilos, guacamayas, tepezcuintles, tapires, monos araña y saraguatos, entre varias otras.

Malecón: infraestructura que permite realizar caminatas para observación de fauna y flora a la orilla de un cuerpo de agua.

Caobas: actividad con el propósito específico de observar el árbol caoba. Se brinda una explicación sobre la biología del organismo, así como de su status de conservación y la problemática que encuentra.

Museo regional: museo local con información sobre las comunidades de la región y sobre todo con información sobre el entorno natural de Marqués de Comillas, RBMA y la cuenca del Río Lacantún.

Laguna de cocodrilos: actividad con el propósito específico de encontrar cocodrilos en su hábitat natural. Se brinda una explicación sobre la biología y comportamiento del organismo, así como de su status de conservación y la problemática que encuentra.

Vestigios arqueológicos: establecimiento encargado de la preservación y exhibición de reliquias arqueológicas.

Experiencias de turismo rural: establecimiento de actividades de turismo rural en las que los visitantes puedan conocer sobre los estilos de vida locales en el municipio.

Alojamiento de menor costo: alojamiento con mismos requisitos ambientales como en las empresas existentes, pero a un menor costo que permita aumentar el número de visitantes sin ser masivo.

III. Analizar la viabilidad económica, ambiental y social de los componentes identificados.

Se utilizó la siguiente metodología para evaluar la viabilidad en las dimensiones económica, ambiental y social de los 23 componentes previamente descritos. Primero, cada uno de los tres miembros del equipo de ecoturismo en Natura y Ecosistemas Mexicanos otorgó de manera independiente y con base en su opinión informada una calificación de 1-5 para cada componente con respecto a su viabilidad en las dimensiones económica, social y ambiental

donde cada calificación significa: 1 viabilidad muy baja; 2 viabilidad baja; 3 viabilidad media; 4 viabilidad alta; 5 viabilidad muy alta. Segundo, se promediaron las calificaciones de los tres miembros para cada una de las dimensiones de tal forma que cada componente recibió una única calificación global promedio. Tercero, las calificaciones globales de cada componente para cada dimensión fueron ordenadas de mejor a peor y recibieron un ranking de 1 a 23 donde 1 indica el componente mejor evaluado y 23 el peor evaluado para cada dimensión. Cuarto, se multiplicaron los valores de ranking en las dimensiones económica, social y ambiental para cada uno de los componentes. Finalmente, se ordenaron los componentes de menor a mayor con respecto al valor de la multiplicación de los rankings individuales de tal forma que cada componente recibió un ranking global de 1 a 23 donde 1 indica el mejor evaluado de manera global y 23 el peor. Este sistema de evaluación utilizando multiplicadores de ranking (*multiplicative criteria ranking*, ver Tofallis 2014) en el cual cada dimensión recibe un único peso permite identificar los componentes mejor rankeados a nivel global tomando en cuenta simultáneamente las tres dimensiones.

A continuación, se presentan los resultados utilizando la metodología previamente descrita en la Tabla 8.

Tabla 8. Análisis de viabilidad de componentes de cadenas de valor en Marqués de Comillas.

Componente	Tipo: Sustituto o Comple-mento	Calificación promedio			Ranking				
		Eco	Soc	Amb	Eco	Soc	Amb	Multipli-cacion de rank	Rank global
Producción de artesanías	C	3.7	4.3	5	6	3	1	18	1
Nuevos sitios de visita: orquideario	C	3.7	4	5	6	7	1	42	2
Producción local alimentos: bovina o porcina	S	5	4.3	2	1	3	23	69	3
Producción forestal	C	3.5	3.5	5	13	15	1	195	4
Agencia de viajes	S	4	3	4.7	2	20	6	240	5
Producción local de alimentos: panadería	S	4	4	3.5	2	7	19	266	6
Nuevos sitios de visita: turismo rural	C	3	5	4	17	1	16	272	7
Nuevos sitios de visita: UMA	C	4	3.5	4.5	2	15	10	300	8
Producción local de alimentos: avícola	S	3.7	4.3	3.7	6	3	17	306	9
Nuevos sitios de visita: arqueológicos	C	2.7	3.3	5	20	17	1	340	10
Nuevos sitios de visita: museo regional	C	2.7	3	5	20	20	1	400	11
Producción local alimentos: huertos familiares	S	3.3	4.3	4.3	14	3	12	504	12
Nuevos sitios de visita: malecón	C	3	4.7	3.7	17	2	17	578	13
Producción local de alimentos: UMA	S	3.3	4	4.7	14	7	6	588	14

Nuevos sitios de visita: laguna de cocodrilos	C	3.7	3.3	4.7	6	17	6	612	15
Nuevos sitios de visita: alojamiento de menor costo	C	4	3	3	2	20	21	840	16
Servicio de transporte: turistas	S	3.7	3.7	4.3	6	12	12	864	17
Servicio de transporte: suministros	S	3.7	3.7	4.3	6	12	12	864	17
Producción local de alimentos: acuacultura	S	3.7	4	2.7	6	7	22	924	19
UMA planta de ornato: orquídea, heliconia	C	3	4	4.5	17	7	10	1190	20
Nuevos sitios de visita: caobas	C	3.3	3	4.7	14	20	6	1680	21
Nuevos sitios de visita: herpetario	C	2.7	3.3	4.3	20	17	12	4080	22
Nuevos sitios de visita: acuario	C	2.7	3.7	3.3	20	12	20	4800	23

Los resultados del análisis de viabilidad económica, social y ambiental de los componentes de las cadenas de valor muestran que los diez componentes más viables incluyen una combinación de **productos artesanales y forestale**s, **producción local de alimentos** (bovino, porcino y avícola, panadería), **nuevos sitios de visita** (orquideario, turismo rural, UMA, arqueológico) y el establecimiento de una **agencia de viaje**.

IV. Proponer la articulación de los componentes viables con las empresas sociales que ya operan.

Para articular los componentes de cadenas de valor identificados como de mayor viabilidad (económica, social y ambiental) con las empresas existentes en Marqués de Comillas, se proponen diferentes líneas de acción dependiendo de las características de cada componente. Se identificaron cuatro líneas de acción que agrupan a los diez componentes identificados como viables.

Primero, para articular la producción de alimentos locales que buscan sustituir la compra de alimentos fuera de Marqués de Comillas (i.e. carne bovina, porcina y avícola; panadería) se plantea la creación de pequeñas empresas en los ejidos de Marqués de Comillas que abastezcan de manera coordinada a las cuatro empresas ecoturísticas que suelen comprar estos productos, las cuales incluyen a Canto de la Selva, Selvaje, Tamandua y Bellavista. Esto requiere identificar el nivel de compra de cada uno de estos productos dentro de cada una de las empresas, así como identificar a las personas u organizaciones que podrían estar interesados en producirlas (ver siguiente sección). Con el fin de evitar que el desarrollo de estas empresas locales de producción genere daños ambientales –en particular el riesgo de que la producción de carne bovina genere deforestación para el establecimiento de pastizales- se propone que las compras por parte de las empresas ecoturísticas estén condicionadas a ciertos criterios ambientales. Por ejemplo, se podría desarrollar un esquema de ‘certificación

ambiental local' con criterios ambientales bien definidos acorde a los principios que rigen a las empresas ecoturísticas.

En cuanto a la producción de artesanías y productos forestales (i.e. manejo de especies maderables de la zona para el aprovechamiento de material que abastezcan de madera legal a las empresas) se propone que se establezcan puntos de venta a consignación dentro de los cinco proyectos ecoturísticos existentes o que su producción atienda a varias de las empresas como en el caso de la producción local de alimentos previamente descrita. El esquema de producción de artesanías y productos forestales dependerá de los productos específicos y de los actores locales interesados en desarrollarlos, pero se propone que cualquier esquema de producción cumpla con ciertos criterios mínimos en el plano ambiental como los que fueron descritos previamente.

Tercero, se propone que el desarrollo de una empresa de agencia de viajes atienda reservaciones tanto para Canto de la Selva como para Tamandua y que promueva que los visitantes visiten el mayor número de empresas ecoturísticas durante su estancia. Se propone que la agencia de viajes se establezca en alguno de los ejidos con mejor conexión a internet, con el fin de atender reservaciones de manera eficaz, y que esta agencia tenga contacto continuo con empleados o socios de las cinco empresas ecoturísticas con el fin de ofrecer los servicios o actividades más actuales. Se propone que la agencia de viajes establezca convenios con otras agencias de viajes fuera de Marqués de Comillas con el fin de aumentar el número de visitantes a la zona.

Cuarto, en cuanto al desarrollo de nuevas actividades o sitios de visita (i.e. orquideario, turismo rural, UMA, vestigios arqueológicos), se propone que éstos los desarrollen los socios o empleados de las empresas ecoturísticas existentes. Se propone que estas nuevas actividades o sitios de visita se incluyan como parte de las actividades recurrentes dentro de los ejidos con hospedaje (Canto de la Selva y Campamento Tamandua) y que éstas sean promovidas por la agencia de viaje.

V. Identificar actores interesados y mecanismos financieros potenciales.

Se identificaron un conjunto de componentes viables de las cadenas de valor en Marqués de Comillas que incluye la producción de alimentos locales, el establecimiento de una agencia de viajes en Marqués de Comillas, la producción forestal y de artesanías y el desarrollo de nuevos sitios o actividades de visita. Se propone que la implementación de estos nuevos servicios o actividades sea a nivel local en Marqués de Comillas con el fin de agregar valor a los bienes y servicios ofrecidos por las empresas ecoturísticas mediante su sustitución local, así como la generación de nuevas fuentes de ingreso. Sin embargo, debido a la situación de pandemia generada por el COVID-19, la identificación de actores interesados en estos componentes en Marqués de Comillas y, por ello, la identificación de mecanismos financieros potenciales y el desarrollo de una propuesta integrada para la implementación de

cadenas de valor, no fue posible durante el 2020 y 2021 por la imposibilidad para realizar trabajo de campo en condiciones que no implicaban un riesgo de salud en las poblaciones locales de Marqués de Comillas.

Con el fin de complementar el análisis teórico realizado en el apartado anterior, se repitió el mismo ejercicio con miembros de personas locales del Marqués de Comillas para evaluar la viabilidad en las dimensiones económica, ambiental y social de los 23 componentes previamente descritos. Primero, en tres ejidos se convocó a personal de las empresas ecoturísticas, se inició con los ejidos Playón de la Gloria, El Pirú y Boca de Chajul (para contrastar las propuestas). Estas reuniones se realizaron en grupos pequeños en seguimiento al protocolo de prevención de contagio de COVID-19 (Figura 145).



Figura 145. Talleres realizados en Boca de Chajul, Playón de la Gloria y El Pirú.

Para lograr tener una base de conocimientos generales, se presentó información sobre biodiversidad, problemática de la deforestación y sus causas en el Marqués de Comillas, componentes de la sustentabilidad, las alternativas ecoturísticas que se han implementado en varios de los ejidos de Marqués de Comillas y por último los proyectos que se han implementado como parte las cadenas de valor y la importancia que estos tienen para los

esfuerzos de conservación de la selva y de la mejora de la calidad de vida de las comunidades del Marqués de Comillas.

Una vez completada la plática se pidió a los participantes que, de manera independiente y con base en su opinión informada, establecieran una calificación de 1-5 para cada componente con respecto a su viabilidad en las dimensiones económica, social y ambiental, donde cada calificación significa: 1 viabilidad muy baja; 2 viabilidad baja; 3 viabilidad media; 4 viabilidad alta; 5 viabilidad muy alta (Figura 146).

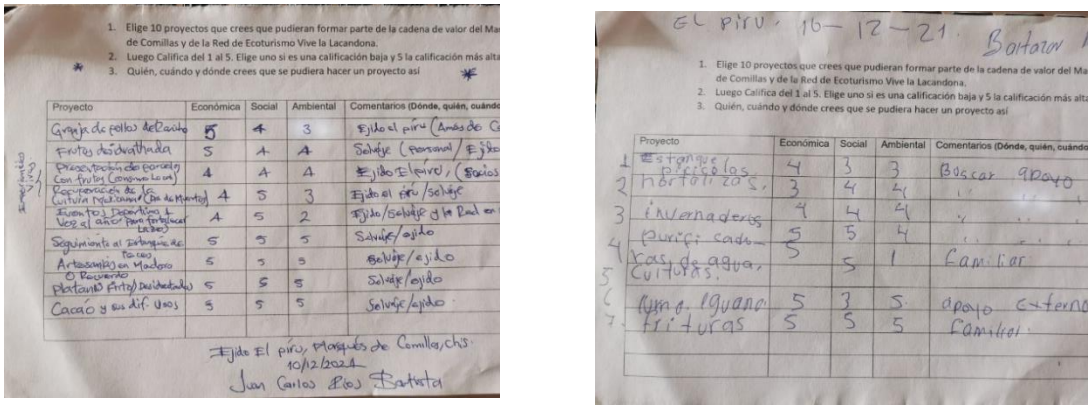


Figura 146. Ejemplos de resultados de ranking por miembros de los ejidos.

Se presentaron y discutieron en plenaria todas las respuestas para reflexionar sobre la viabilidad en los ejidos y conocer los productores interesados en implementar dichos proyectos.

Para recabar la información en los ejidos mencionados no se indujo ni se sugirieron las propuestas de los proyectos propuestos ni mejor calificados por parte del personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Tampoco se forzó dar un número mínimo o máximo de respuesta de cada proyecto.

En el caso de los resultados obtenidos de las calificaciones asignadas por los integrantes de los ejidos El Pirú y Playón fueron variables en número y tipo de proyectos productivos, predominando la producción de alimentos y la creación de UMA con fines extractivos y no extractivos. En el ejido El Pirú destaca que se sugirió la implementación de ganadería convencional en modalidad intensiva y en el ejido Boca de Chajul, que no tiene una empresa social los resultados se inclinaron casi por completo hacia la producción de alimentos y solamente uno por el mejoramiento del sendero interpretativo del ejido.

En Playón de la Gloria, destaca que seis de los siete proyectos de las cadenas de valor son de sustitución y enfocados a la producción de alimentos y transformación de éstos, además de una UMA de orquídeas, para venta y para tener una actividad turística más en el ejido.

En el ejido el Pirú el proyecto mejor rankeado fue la producción de artesanías con la madera como materia prima, seguido de cinco proyectos de sustitución para la producción o

transformación de alimentos, destacando que los últimos tres proyectos de la lista para los ejidos están enfocados al turismo rural y deportivo, influenciados por el tipo de actividades y turismo que reciben en el Centro Ecoturístico Selvaje.

Tabla 9. Proyectos mejor rankeados por el equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos, los ejidos Playón de la Gloria, El Pirú y Boca de Chajul.

Ranking	***Natura y Ecosistemas Mexicanos***	***Playón de la Gloria***	***El Pirú***	***Boca de Chajul***
1	Artesanías	Productos avícolas	Artesanías en madera y recuerdos	UMA de Heliconias
2	UMA de orquídeas (Visita y venta)	Huertos familiares	Cacao, diferentes usos	Sendero interpretativo / La historia de los colonizadores
3	Carne bovina o porcina	UMA de orquídeas (Visita y venta)	Purificadora de agua	Cardamomo
4	Aprovechamiento forestal	Hortalizas orgánicas	Panadería	Ganadería intensiva con componente silvopastoril
5	Agencia de Viajes	Dulces Típicos	UMA de iguanas	
6	Panadería	Heladería	Frutas deshidratadas y frituras	
7	Turismo Rural	Aprovechamiento de Ramón (Frutos)	Eventos deportivos para fortalecimiento de lazos	
8	Visita a UMA		Productos avícolas	
9	Productos avícolas		Turismo Rural / Presentación de parcelas (consumo local)	
10	Vestigios arqueológicos		Turismo Rural / Recuperación de la cultura mexicana (día de muertos)	

Para la identificación de actores interesados en los proyectos de cadenas de valor se hizo una pregunta extra (durante los talleres descritos en la actividad III), que no fue realizada al equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos que previamente contestó el cuestionario para calificar la viabilidad de proyectos para las cadenas de valor: se pidió saber de alguna persona que pudiera estar interesada en manejar o emprender dichos proyectos. Además, en los ejidos Flor del Marqués, López Mateos, Galacia, Santa Rita, Quiringuicharo, Emiliano Zapata, la Corona, La Victoria, Reforma Agraria se aprovecharon las reuniones de los comités de Pago por Servicios Ambientales para introducir los temas de cadenas de valor y creación de proyectos afines, para alimentar mejor los datos obtenidos con los ejercicios anteriores.

En este ejercicio destaca que solamente en los ejidos de El Pirú y Boca de Chajul se dieron nombres concretos de posibles interesados durante el llenado del formato, mientras que el resto quedaba vacía la celda o los participantes se limitaron a responder que el proyecto se podría hacer en el ejido o incluso por los socios de la empresa a la que pertenecen. Para los ejidos Quiringuicharo se propusieron proyectos y personas.

En el ejido El Pirú se propuso a Doroteo Ríos para ser el posible encargado de una eventual UMA de iguana (*Iguana iguana*) y se sugiere al Centro Ecoturístico Selvaje como ente responsable en la comunidad de organizar nuevas actividades de turismo rural y deportivo.

En el ejido Playón de la Gloria no fueron específicos en una propuesta de nombres de personas que pudieran realizar un proyecto eslabón de las cadenas, pero destaca el interés en la producción de alimentos y de plantas de ornato para la mejora de ingresos.

En el ejido Boca de Chajul, Rafael Lombera Estrada se propone para una UMA para manejo y venta de *Heliconia* spp., mientras que Jesús Aguilar Valencia quiere impulsar el desarrollo y mejora del sendero interpretativo del ejido como bien común y para su aprovechamiento turístico.

En Emiliano Zapata, Valentín Cruz propone comenzar con la producción de miel asociándose con tres personas más por definir. Lo mismo en el ejido La Corona, dónde Antonio (sin apellido registrado) y Ángel (sin apellido registrado), decidieron proponer la venta de la miel.

Para Perla Jiménez, del ejido Quiringuicharo y Eutiquio Marroquín del ejido Galacia, se inclinaron por ser titulares y operarios de una UMA de venado, aunque por los costos de construcción, adquisición de pie de cría y operación, se aconseja que se formen sociedades de producción rural para este tipo de proyectos.

Tabla 10. Proyectos propuestos para las cadenas de valor del Marqués de Comillas.

Galacia	*López Mateos*	*Quiringuicharo*	*Flor del Marqués*	*Reforma Agraria*	*La Corona*	*Emiliano Zapata*	*Santa Rita*	*La Victoria*
UMA de Venado	Producción de hortalizas	UMA de Venado	UMA de tepezcuintle	Restauración con plantas atractores de aves de interés turístico	Apicultura	Manejo forestal	UMA de pecaríes de collar	Impulso de actividades en Aguas termales
Operadora turística local	Producción de frutales para transformación	Guiada de avistamiento de aves	Guiada especializada en aviturismo			Apicultura	Manejo forestal	
	Hotel dirigido a turistas de trabajo	Mirador de jabirú					Plantaciones de Cardamomo	
		Visita a sitios con vestigios arqueológicos						

Los proyectos que tuvieron mayores coincidencias entre la propuesta del análisis con los técnicos de Natura y Ecosistemas Mexicanos y los ejidos entrevistados fueron: aprovechamiento forestal, UMA de plantas (orquídeas y heliconias) y ganadería intensiva. En el caso de las UMA de fauna hay interés en 5 ejidos de hacer algún tipo de manejo con diferentes especies para fines extractivos y no extractivos, siendo el de mayor interés el manejo de tepezcuintes.

El proyecto de operadora turística local, que sólo fue mencionado una vez en el ejido Galacia, podría funcionar como promovente e intermediario entre los centros ecoturísticos ya establecidos y el cliente final y podría promover la comercialización de otros productos como artesanías u otros productos ya transformados con los cuáles no se dificulte su movilización. Esta propuesta requiere de un esquema de colaboración que pueda coordinarse con el resto de los emprendimientos sociales. Este proyecto, funcionando de manera autónoma le podría dar los clientes y por tanto ingresos suficientes a los emprendimientos descritos.

Fuentes de financiamiento

Debido a la baja tasa de bancarización que existe entre la población en contexto rural y la baja probabilidad de que estas personas sean candidatas para obtener un crédito, el financiamiento se ha enfocado principalmente a los otorgados por diferentes instancias del gobierno mexicano que atienden el desarrollo de este tipo de proyectos.

Artesanías

El Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías posee un programa permanente de Apoyos para Impulsar la Producción artesanal (Fonart 2022), el cual otorga apoyos económicos o en especie para adquirir equipo o insumos para el trabajo artesanal.

Los rubros apoyados son los siguientes:

- Capacitación Integral y Asistencia Técnica
- Apoyos para Impulsar la Producción
- Apoyos para la salud ocupacional
- Acopio de artesanías

También, el Instituto Casa de las Artesanías de Chiapas tiene un programa de apoyo para la compra de insumos y materia prima para artesanos o grupos organizados de artesanos del estado (Instituto Casa de las Artesanías de Chiapas, 2022).

UMA

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, otorga subsidios a través del Programa para otorgar subsidios de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre nativa (Semarnat 2022) que fortalece el manejo de población y especies de vida silvestre mediante su conservación y aprovechamiento sustentable. El subsidio y monto es en función del tipo de UMA, si es de vida libre o intensiva, o bien, si es un Predio o Instalación que Maneja Vida Silvestre (PIMVS). En general los apoyos son para:

- Construcción e instalación de infraestructura
- Equipamiento, insumos o promoción
- Adquisición de ejemplares (exclusivamente proyectos de UMA de Manejo Intensivo o PIMVS)
- Responsabilidad técnica
- Estudios poblacionales y de hábitat (exclusivamente para proyectos de establecimiento de UMA de Manejo en Vida Libre y para acciones o actividades de conservación y aprovechamiento no extractivo)
- Capacitación.

Manejo forestal

Cada año, la Comisión Nacional Forestal publica una convocatoria para el apoyo y desarrollo de emprendimientos forestales a través del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable (Comisión Nacional Forestal 2022) con apoyos que son otorgados en función del tipo de organización y de la capacidad técnica que posea. Los apoyos otorgados son los siguientes:

- Apoyos para incorporar superficie al manejo forestal sostenible
- Apoyos para incentivar el manejo forestal sostenible y la cadena de valor
- Apoyos a proyectos productivos integrales para no maderables
- Apoyos a proyectos productivos integrales para mujeres
- Cadena productiva y Fortalecimiento del Capital Humano
- Proyectos estratégicos
- Capacitación y Transferencia de tecnología

Otros proyectos productivos

Para varios tipos de proyectos de corte social o establecidos en cooperativas, el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES) apoya diversos emprendimientos a través de la publicación de convocatorias permanentes y otras anuales (Instituto Nacional de la Economía Social 2022), las cuales divide en Banca Social, Formación, Plataformas Digitales Comerciales, Desarrollo Empresarial y Comercial y Eventos.

El INAES tiene una plataforma llamada México Desarrolla, dentro de la cual se pueden comprar y vender productos provenientes de comercio justo de empresas sociales. En esta plataforma se pueden vender servicios turísticos, artesanías, ropa y calzado, productos comestibles. De la misma manera, la plataforma Comercia MX, del mismo INAES busca promover la exportación de los productos provenientes de estas empresas sociales. Este par de herramientas, de funcionar con éxito, podrían facilitar la comercialización al ser un canal de venta para los productos y servicios propuestos para las cadenas de valor.

VI. Elaborar una propuesta integrada para la implementación de cadenas de valor ecoturística para Marqués de Comillas.

Las características naturales de Marqués de Comillas y su colindancia con la RBMA hacen del municipio una zona con un significativo potencial para el desarrollo de la actividad ecoturística como sitio de destino y no solo de paso como es en la actualidad.

Para que el ecoturismo, además de una actividad que genere empleos e incremente ingresos locales, se convierta en una herramienta para coadyuvar a la conservación de los ecosistemas naturales es necesario que se cumplan ciertas condiciones: 1) que sea implementado por los habitantes locales para su beneficio directo, 2) que esté comprometido mediante alguna regulación con la conservación de los ecosistemas naturales y 3) que garantice la calidad en el servicio.

Una condición adicional, que no depende de los actores locales, es que el Estado mexicano garantice las condiciones de seguridad frente a potenciales problemas de violencia. Este último elemento no entra en la consideración de esta propuesta ya que se trata de una variable externa en la que no se puede influir mediante este proyecto.

La experiencia desarrollada a la fecha mediante el fomento y consolidación de las 5 empresas mencionadas anteriormente muestra el potencial de la actividad y su viabilidad económica, social y ambiental. Además, mediante el ejercicio realizado para detectar el interés de las personas por extender estas actividades, se comprueba la posibilidad de crecimiento del ecoturismo en el municipio.

Sin embargo, este crecimiento debe estar bajo una planeación rigurosa para garantizar que tenga los efectos positivos sociales y ambientales. Los elementos para considerar, entre otros, son:

1. Disminuir la competencia para que, mediante la complementariedad, la derrama económica beneficie a más personas y que el visitante derrame mayores recursos económicos gracias a una oferta más amplia.
2. Las actividades ecoturísticas se realicen en las comunidades que tienen una oferta natural atractiva (los ejidos con ecosistemas naturales en buen estado de conservación) y se complementen con otras actividades que se articulan para el buen funcionamiento de los servicios, pero que no requieren del ecosistema natural (producción de alimentos, trasporte, UMA intensiva, etc.).

Como sabemos, las actividades ecoturísticas que están vinculadas a la tenencia de la tierra (es decir, que se realizan por los ejidatarios) le dan un valor al ecosistema natural. Por lo tanto, el ejidatario puede orientar sus decisiones a conservar el ecosistema desarrollando esta actividad en vez de deforestar para las actividades agropecuarias. No obstante, como es señalado en el inicio de este objetivo, para lograr el costo de oportunidad, es necesario incrementar el número de visitantes en cantidades difíciles de alcanzar. Esta situación se agrava como resultado del cierre y crisis provocada por la pandemia de COVID, que frenó la visita de turistas. Con la finalidad de complementar los ingresos más allá del incremento de visitantes y de incluir a sectores de las comunidades que no tienen acceso a la tierra, es que se busca implementar las cadenas de valor con actividades complementarias que generen empleos e ingresos adicionales.

Tomando en cuenta estas consideraciones se propone fomentar un programa de crecimiento del ecoturismo y sus actividades complementarias, construyendo una cadena de valor ecoturística planeada de la siguiente manera.

En una primera etapa:

- Establecer microempresas de producción de alimentos para abastecer, al menos, 10 restaurantes existentes en la zona (4 de las empresas ecoturísticas mencionadas, el Hotel Guacamayas, los 3 restaurantes de Boca de Chajul y los 2 de Zamora Pico de Oro). Las microempresas deben tener la capacidad de facturación para que las empresas puedan adquirir con ellas sus alimentos.
- Establecer una comercializadora local y una empresa de trasporte turístico local.

Los ejidos en donde pueden llevarse a cabo estas actividades por ser los que tienen condiciones y experiencia son: Zamora Pico de Oro, Quiringüicharo y América Libre.

En una segunda etapa:

- Aumentar la oferta ecoturística de hospedaje a otras 3 empresas en sendos ejidos (La Victoria, San Isidro, Boca de Chajul) y nuevas actividades en estos y las 5 empresas ecoturísticas.
- Establecer una agencia de viajes.
- Establecer o fortalecer 4 hoteles para alojamiento de personal que trabaja para el ecoturismo, o funcionarios y comerciantes.
- Establecer servicios de soporte al turismo (gasolinera, banco, lavandería, tiendas).
- Establecer programas de manejo forestal y plantaciones forestales en ejidos que, por su distancia a caminos transitables o por falta de cohesión social interna, no resultan viables para recibir turismo, pero que si pueden producir madera para las empresas ecoturísticas y para la artesanía. Por ejemplo, e Emiliano Zapata, San Lázaro, Santa Rita).

El conjunto de estas actividades puede generar empleos e ingresos adicionales tanto para los dueños de la tierra, como para la población que no tiene acceso a la tierra, particularmente jóvenes y mujeres.

Las fuentes de financiamiento existen, tal y como se explicó en apartados anteriores, pero hay que gestionarlas, por lo que se requieren mecanismos de gobernanza que fomenten la planeación de largo plazo, comprometan a las autoridades indistintamente del gobierno en turno, profesionalicen equipos técnicos, involucren a los ejidos en igualdad de condiciones, y desarrollen mecanismos de trasparencia, rendición de cuentas, evaluación y seguimiento, para adaptarse a las condiciones cambiantes de la zona.

Se deben tener en cuenta tres aspectos al momento de proponer personas, familias o grupos de trabajo en los ejidos para operar estos nuevos proyectos como parte de las cadenas de valor.

1. Ocupación de las personas propuestas y su disponibilidad de tiempo.

Al ser proyectos nuevos que requieren del esfuerzo en tiempo y trabajo de cualquier emprendimiento, la ocupación actual de las personas elegidas puede ser un factor determinante para lograr su consolidación. Existen ejemplos de guías formados, artesanas con amplia experiencia, incluso administradores de las empresas ecoturísticas de la microrregión del Marqués de Comillas que, al volcarse sobre un nuevo proyecto, descuidan sus ocupaciones anteriores y abandonan poco a poco para lo que inicialmente fueron formados y que requirió de mucha inversión. Esto puede ocurrir en sentido contrario, que las ocupaciones actuales de las personas propuestas no tengan tiempo de acudir a las responsabilidades para un nuevo emprendimiento, abandonando, aunque ya se tenga infraestructura y avances.

Por ello se recomienda que antes de iniciar con los financiamientos para las propuestas se realice un análisis por persona y saber la disponibilidad y disposición de iniciar un proyecto productivo nuevo.

2. Coordinación e integración de grupos.

Como se mencionó arriba sobre la dificultad que una sola persona opere una UMA de venado, lo mismo pasaría con otro tipo de proyectos, como el aprovechamiento forestal. Igualmente, para que la producción sea suficiente y sea comercializable, en el caso de las hortalizas, frutales y producción avícola se requeriría de más de un núcleo familiar o la consolidación de un grupo que pueda abastecer la demanda interna principalmente, pero también la externa para capitalizar los proyectos.

Estos dos escenarios presentan la dificultad de que se pueden proponer este tipo de proyectos, impulsando a que se generen grupos de personas que, movidos por la expectativa forman grupos que de otra manera no lo harían. Se corre el riesgo de que los grupos tengan conflictos que no resuelvan poniendo en riesgo todo el proyecto.

3. Cerrar la cadena de comercialización.

Los financiamientos para estos proyectos son generalmente para momentos muy puntuales, su construcción y capacitación, difícilmente habrá financiamiento que haga un acompañamiento técnico tal que permita llevar a la consolidación de estos.

Por ello es importante asegurarse que, al momento de iniciar cualquier proyecto se tengan en consideración los costos de operación y los canales de comercialización que generen ingresos suficientes que cubran esos gastos y eventualmente su mejora.

En esta propuesta se busca que las cadenas de valor, basadas en la economía local, generen una derrama económica que detone la mejora en la calidad de vida y la conservación de la selva. Para esto se requiere identificar los canales de comercialización para la venta al exterior de servicios y productos que aseguren el sostenimiento en el tiempo del proyecto y que no dependa completamente de los turistas que ingresan a la región.

Conclusiones

Los retos que presenta una iniciativa de este tipo son muchos, pero todos son viables de superar. Un factor clave que favorece la posibilidad de emprender estos proyectos, fortalecerlos y lograr el éxito tiene que ver con la sensibilización de la población local hacia la conservación de sus espacios naturales para su propio beneficio y en el fortalecimiento de capacidades, tal y como se analiza en el objetivo 4 de este proyecto.

Acción 3.4 <u>Gestionar y restaurar riberas de ríos y arroyos, o elementos lineales que puedan funcionar como conectores de fragmentos de selva estratégicos en una comunidad piloto.</u>

I. Seleccionar un ejido para implementar las acciones de restauración en los corredores identificados y que son viables por el tipo de tenencia de la tierra y el interés del dueño por restaurarla.
II. Realizar gestiones con los dueños de los terrenos donde se ubiquen los conectores identificados.
III. Evaluar el grado de degradación en función de las condiciones del suelo, la presencia de especies invasoras, y la historia de uso de la parcela.
IV. Planear y diseñar la restauración de las riberas de los sitios seleccionados.
V. Mantener un vivero rústico operando para la producción de plantas de buena calidad.
VI. Preparar los sitios para la restauración.
VII. Trasplantar las plántulas producidas en los viveros con el involucramiento de los dueños de los terrenos.
VIII. Monitorear y evaluar las restauraciones.

Indicador de progreso comprometido: 100%; Indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Seleccionar un ejido para implementar las acciones de restauración en los corredores identificados y que son viables por el tipo de tenencia de la tierra y el interés del dueño por restaurarla.

Los efectos de la fragmentación del paisaje, aunados a los efectos de la pérdida de cobertura forestal que se observan en Marqués de Comillas, aún representan uno de los principales problemas de degradación ambiental de la región. Por ello la implementación de acciones dirigidas a revertir dichos efectos, así como a promover un paisaje resiliente y conectado ecológicamente mediante acciones de restauración ecológica, consisten en una de las líneas prioritarias del trabajo de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

La restauración ecológica, entendida como la recuperación de algunas de las condiciones ecológicas que se encontraban en el estado natural previo de un sitio, no solo detiene y revierte algunos de los efectos negativos de la degradación ambiental. También genera oportunidades de manejo para los propietarios de la tierra, tanto por la posibilidad de implementar sistemas agroecológicos productivos como alternativa de desarrollo, como por la recuperación de la provisión de algunos de los servicios ecológicos que la cobertura forestal provee y que resultan trascendentales para la calidad de vida de las personas locales. Entre algunos de estos servicios ambientales se encuentran la fijación de nutrientes a los suelos productivos, el mantenimiento de los ciclos de carbono y nitrógeno, la captación e infiltración de agua al subsuelo, la disminución local de la temperatura, la provisión de

refugio y hábitat para especies polinizadoras y dispersoras de especies de interés productivo y social, así como de especies controladoras de plagas que afectan las producciones agrícolas, entre otros. Asimismo, la restauración ecológica, dirigida a sitios estratégicos que fomenten la conectividad del paisaje, tiene grandes beneficios sociales y ambientales. Por una parte, contribuye a la recuperación de cobertura forestal en sitios degradados, desencadenando procesos ecológicos importantes que ayudan a recuperar funciones del ecosistema que son esenciales para su estabilidad. Por otra parte, cuando las restauraciones se ubican en sitios de interés para los dueños de las tierras, los beneficios pueden ser percibidos tangiblemente por ellos, generando un círculo virtuoso de interés y compromiso por mantener y conservar los sitios restaurados.

Aunado a lo anterior, es importante mencionar que las acciones para recuperar y promover una conectividad del paisaje son diversas y la mejor estrategia de restauración o recuperación de los ecosistemas generalmente depende de la composición estructural y las características del paisaje (Palmierin *et al.* 2019). Entre algunas de las estrategias identificadas se encuentran:

- Restauración o implementación de nuevos fragmentos de selva: éstos funcionan como "*stepping stones*" (o sitios de paso) ubicados dentro de la matriz y ayudan a disminuir la distancia de un fragmento de hábitat a otro, promoviendo la dispersión de una mayor cantidad de organismos. Esto se ha recomendado para paisajes con altos grados de fragmentación y bajo porcentaje de cobertura forestal (Palmierin *et al.* 2019).
- Restauración y conservación de corredores potenciales: éstos buscan conectar físicamente dos o más fragmentos de hábitat importantes, de forma que se promueva la dispersión y el movimiento de la flora y de la fauna. Es una estrategia altamente recomendada, aunque también es la más costosa en términos de recursos de tiempo, esfuerzo y económicos (Palmierin *et al.* 2019).
- Ampliación de los fragmentos de hábitat: se recupera la cobertura forestal en la periferia de los fragmentos de hábitat, disminuyendo así los efectos de borde, pues se reduce la relación de perímetro-área. Esta estrategia es recomendada especialmente para pasajes con bajos grados de fragmentación y alto porcentaje de cobertura forestal (Palmierin *et al.* 2019).

Otras estrategias para aumentar la conectividad del paisaje están relacionadas con el manejo de la matriz (el paisaje que rodea los fragmentos de hábitat y que en un sitio muy perturbado generalmente es inhóspito para las especies nativas). Por ejemplo, el manejo de la tierra para buscar una "suavización" de la matriz, es decir, generar matrices con coberturas menos inhóspitas para las especies y así aumentar la probabilidad y la diversidad de especies que pueden utilizarla, ya sea como hábitat de transición o como hábitat secundario (Prevedello y Vieira 2010).

Dadas las características del paisaje de Marqués de Comillas, en el presente proyecto se llevó a cabo un esfuerzo para la implementación de actividades de restauración ecológica dirigidas

a sitios estratégicos que tienen el potencial de aumentar la conectividad ecológica del paisaje de acuerdo con los corredores potenciales identificados en el análisis de conectividad realizado (Acción 3.1 del presente proyecto). Los esfuerzos se dirigieron principalmente a riberas de arroyos, ya que estos elementos consisten en los corredores ecológicos naturales del paisaje por excelencia, tanto por el transporte de factores bióticos y abióticos a través del cauce de agua, como por el hábitat que brinda la vegetación riparia asociada. Asimismo, los ríos y riberas representan elementos de suma importancia para el bienestar y la calidad de vida de las personas, por lo que existe un interés particular en los dueños de las tierras por recuperar y revertir los impactos negativos que pudieran existir por la degradación y deforestación de la vegetación de las riberas.

El presente proyecto tuvo por objetivo la restauración de 5km con la participación de ejidatarios en una iniciativa de restauración de sitios estratégicos en términos de conectividad ecológica del paisaje. Con esta iniciativa se buscó promover la implementación de acciones de restauración ecológica en los predios de los dueños interesados en participar en el proyecto, así como el mantenimiento y evaluación de éstas en el tiempo. Para llevar a cabo este objetivo, se seleccionaron los ejidos de El Pirú y Flor del Marqués como sitios piloto para enfocar los esfuerzos de restauración ecológica, a partir del análisis de conectividad del paisaje realizado para Marqués de Comillas durante el primer año del proyecto. Posteriormente, se identificaron los dueños de las tierras ubicados dentro de los corredores potenciales identificados; se diseñó y estableció un plan de restauración con cada dueño, adaptado a las características del predio, a las posibilidades de intervención de Natura y Ecosistemas Mexicanos y a los intereses de los dueños; se realizó el trasplante de las plantas a los predios y se dio continuidad a las restauraciones y sitios intervenidos a través de visitas y acciones de monitoreo.

A lo largo de los años de trabajo de Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C. en Marqués de Comillas, el equipo técnico, en conjunto con la participación, conocimiento y trabajo de actores locales, ha generado información relevante sobre los procesos y características específicas de la restauración ecológica en la región. Como parte del trabajo se han desarrollado varias tesis de maestría y doctorado, se han publicado diversos artículos científicos y materiales de difusión y se han realizado diversos esfuerzos de restauración ecológica en sitios con diferentes características. Como resultado, durante más de una década se ha logrado mantener en funcionamiento un vivero rústico con capacidad de producción de hasta 10,000 plantas, se ha desarrollado un modelo de restauración ecológica para riberas de ríos y arroyos adaptado a las condiciones de la región y basado en el uso de especies de plantas con valor ecológico, económico y social (Meli y Carrasco-Carballido 2011). Las plantas seleccionadas son aptas y resistentes a las características particulares de cada sitio, requieren cuidados para el crecimiento y mantenimiento en vivero que son mínimos o bien conocidos por los técnicos, por lo que su producción resulta relativamente fácil y eficiente. Asimismo, a lo largo de los años se han involucrado diferentes ejidatarios para participar y restaurar sus predios, logrando la restauración de poco más de 10 km. La experiencia

recabada en dichas restauraciones ha permitido la generación de conocimiento especializado y la adquisición y desarrollo de capacidades del personal técnico y de los pobladores. También, se ha generado información útil para el análisis y evaluación de la efectividad y la replicabilidad de los esfuerzos de restauración ecológica en otros sitios de la región, así como su potencial aplicación como medida local de recuperación de los ecosistemas tomando en cuenta la inversión de recursos, el porcentaje de éxito de las restauraciones ecológicas y los beneficios en un corto y mediano plazo (Meli *et al.* 2015).

Lo anterior no solo representa un avance significativo para el conocimiento relacionado con la ecología y la aplicación de restauraciones ecológicas en ecosistemas tropicales, sino también representa un esfuerzo que logra integrar la investigación científica y la consecuente formación de profesionales especializados en el tema, la implementación de restauraciones ecológicas en sitios de alta relevancia, como son las riberas de ríos y arroyos, la incorporación del conocimiento y de los intereses de la población local en la identificación y selección de las especies más adecuadas para utilizar en las restauraciones, la generación de conocimiento para la producción y mantenimiento en vivero de especies de plantas tropicales, la formación de técnicos locales especializados y la participación, cada vez mayor, de pobladores interesados en recuperar o mejorar las condiciones de sus tierras y de sus riberas (Meli *et al.* 2015).

A partir del análisis de conectividad del paisaje del municipio Marqués de Comillas presentado en la Acción 3.1 del presente proyecto, con el que se identificaron corredores potenciales para mantener o promover la conectividad ecológica del paisaje, se seleccionaron los ejidos para realizar las restauraciones ecológicas, se identificaron a los ejidatarios interesados en participar en el proyecto, así como los predios y áreas específicas para realizarlas. El mapa utilizado para seleccionar los sitios piloto, así como gestionar las restauraciones ecológicas fue el obtenido a partir de la sobreposición de los corredores de las cinco especies de mamíferos analizadas (Figura 11).

La selección de los ejidos (para los sitios piloto) se realizó tomando en consideración los siguientes criterios: posición del ejido dentro del municipio, es decir, su potencial papel para el mantenimiento de la conectividad ecológica del paisaje; la posibilidad e interés de los ejidatarios para participar en el proyecto y la ubicación de los sitios deforestados con respecto a los corredores potenciales identificados (dando prioridad a ejidos con sitios deforestados ubicados dentro de los corredores potenciales y en las riberas de los arroyos). Como resultado, se seleccionaron los ejidos El Pirú y Flor del Marqués para gestionar e implementar las acciones de restauración ecológica. Ambos ejidos presentan importantes superficies de selva que forman parte del remanente de vegetación conservado más importante del municipio. Los resultados de los análisis de conectividad para cada ejido se muestran en la figura 147, donde se muestra la sobreposición de los corredores potenciales de las cinco especies de mamíferos terrestres analizadas.

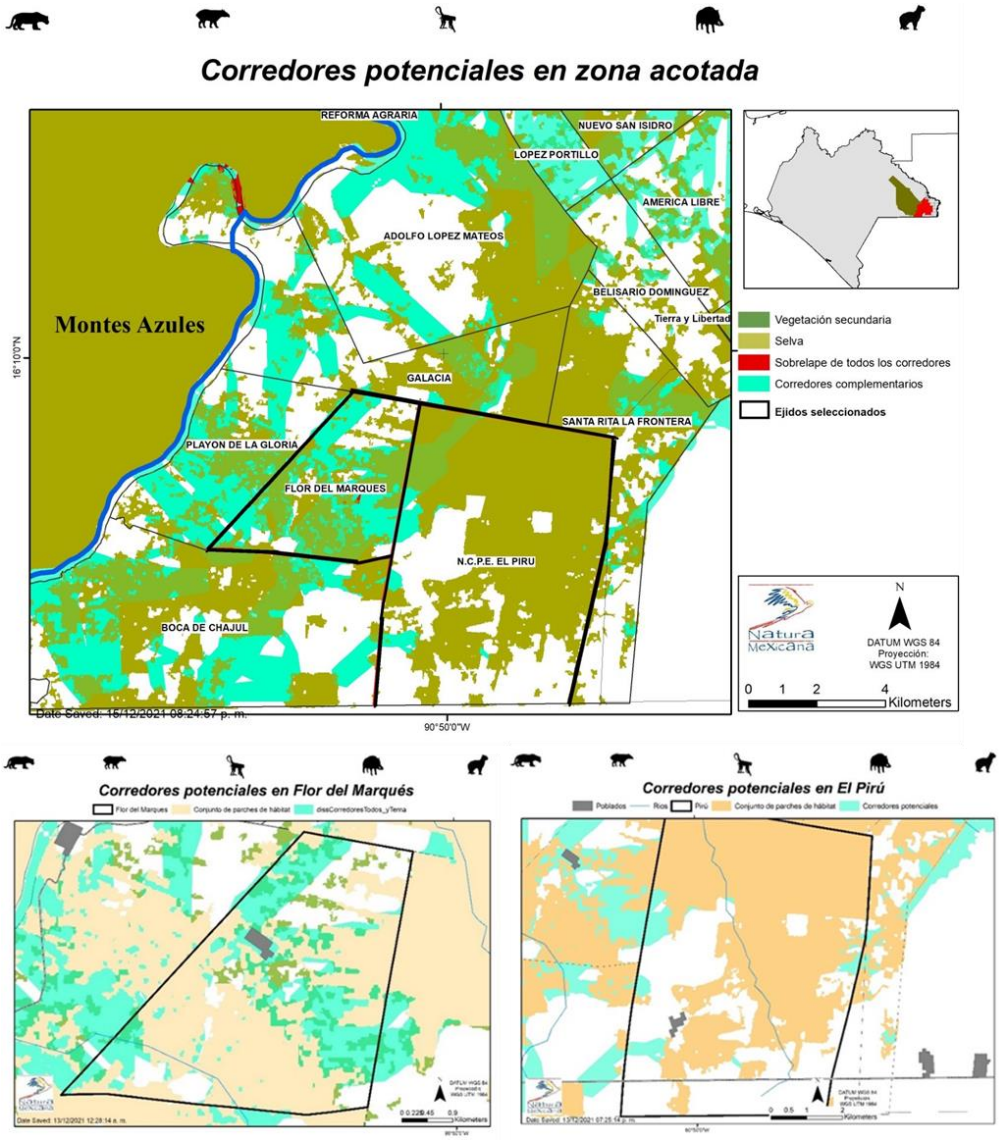


Figura 147. Mapa con los corredores potenciales y los fragmentos de hábitat identificados en los análisis de conectividad para la región acotada (arriba). Mapas con acercamiento de Flor del Marqués (izquierda) y del Pirú (derecha).

Es particularmente destacable la ubicación de Flor del Marqués, pues se encuentra en una posición central dentro del remanente de vegetación y juega un papel muy importante en el mantenimiento de la conectividad entre los fragmentos de selva de los ejidos de Boca de Chajul y Playón de la Gloria con el resto de los ejidos (El Pirú, Santa Rita, Galacia y López Mateos). Asimismo, en Flor del Marqués y El Pirú se ha trabajado de manera constante para la realización y seguimiento de diferentes proyectos y actividades, tales como las empresas sociales ecoturísticas (campamento Tamandúa y el centro ecoturístico Selvaje), el monitoreo de mamíferos, la implementación del programa de Pago por Servicios Ambientales, entre

otros, a partir de las cuales se ha generado una buena y estable relación de confianza y de trabajo. En ese sentido, los habitantes de El Pirú han respondido particularmente bien a las iniciativas de conservación y de aprovechamiento de sus recursos, por lo que, han logrado adaptar progresivamente el rumbo de desarrollo de su ejido hacia formas y alternativas más sustentables. La relación y el compromiso que se observa en los ejidatarios de El Pirú para la realización de actividades de conservación resultaron prioritarios para enfocar los esfuerzos de restauración ecológica en ese ejido, ya que las restauraciones requieren de un compromiso grande en un mediano plazo porque se necesita hacer un trabajo de planeación, seguimiento y mantenimiento constante para que éstas sean exitosas.

Durante el primer semestre del año 2021 no se pudieron comenzar las gestiones con los dueños de las tierras por la pandemia de Covid-2019. No obstante, en el segundo semestre de ese año fue posible comenzar con las primeras reuniones con los ejidatarios y las autoridades de los ejidos tomando las precauciones necesarias para prevenir cualquier riesgo de contagio. Así, para comenzar las gestiones y poder empezar las actividades de restauración ecológica, se identificaron a los dueños de los predios que se ubican dentro de los corredores potenciales para presentarles una propuesta en donde Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C. apoyaría con asistencia técnica, material (plantas y cercos de exclusión) y jornales, para restaurar al menos 6 metros de ancho en sus predios, siendo la restauración de las riberas de arroyos y corrientes de agua de particular interés por la relevancia que dichos sitios juegan para el mantenimiento de servicios ecosistémicos para el establecimiento de corredores naturales en el paisaje.

Para llevar a cabo lo anterior, se sobrepuso la información de la tenencia de los ejidos con los mapas de corredores potenciales y el mapa de vegetación actual de la región y así identificar a los propietarios de las tierras ubicadas dentro de los corredores y en sitios sin cobertura arbórea (figura 148). Como resultado, se obtuvo una lista de las personas dueñas de las tierras seleccionadas y se realizó una convocatoria dirigida especialmente a ellos para participar en el proyecto de restauración ecológica.

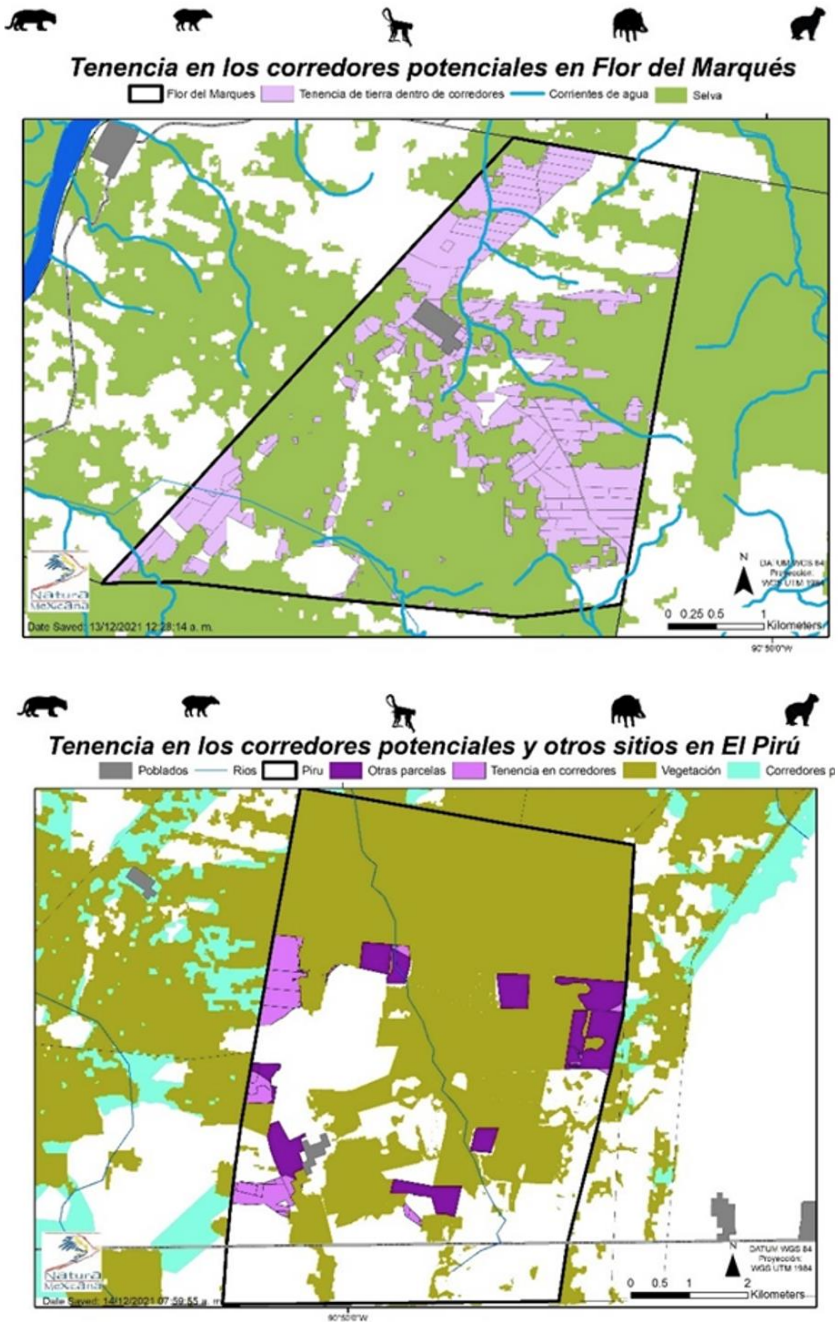


Figura 148. Mapas de Flor del Marqués (arriba) y El Pirú (abajo) con los predios y la tenencia de tierra identificada dentro de los corredores potenciales. En morado claro se muestra la división parcelaria dentro de los corredores, y en morado (obscuro) se muestran otras parcelas ubicadas en sitios clave pero que no son parte de los corredores potenciales.

II. Realizar gestiones con los dueños de los terrenos donde se ubiquen los conectores identificados.

El proceso de convocatoria inició con reuniones con las autoridades de los dos ejidos realizadas en el mes de julio de 2021. En estas reuniones se habló de la importancia del mantenimiento de la conectividad ecológica, de la importancia del papel que ambos ejidos juegan para mantenerla, así como de la propuesta del proyecto de colaboración para la implementación de restauraciones ecológicas que Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C. tenía. Durante la reunión se utilizó el material (mapas) que resultó del análisis de conectividad y se actualizó la información de la tenencia de tierra.

Posteriormente, en cada ejido se hizo una convocatoria a todos los propietarios de las tierras identificados dentro de los corredores potenciales y que no cuentan con cobertura arbórea, para llevar a cabo una reunión y presentar el proyecto. Durante estas reuniones nuevamente se habló de la importancia de la conectividad ecológica, de los beneficios de tener y mantener la vegetación ribereña, de la propuesta de diseño de restauración y de la disponibilidad de especies de plantas que Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C. tenía como resultado del mantenimiento de un vivero rústico. En dichas reuniones se volvieron a mostrar los mapas y se ubicaron algunos de los predios que se encuentran en las riberas de arroyos permanentes, como el arroyo Manzanares en El Pirú, y el arroyo Lagartos en Flor del Marqués, en riberas de arroyos estacionales, y en sitios altos que no se inundan. Dicha información resulta muy relevante porque permite hacer una planeación tanto del diseño de la restauración como de la temporada óptima para realizarla.

La reunión con los dueños del Pirú se realizó el día 18 de julio de 2021, sin embargo, la asistencia fue muy baja porque, de manera general, los dueños de las tierras que se encuentran dentro de los corredores, y que no cuentan con vegetación, pertenecen a personas que no se han involucrado en ningún proyecto o iniciativa de conservación, y, por lo tanto, no tienen interés en participar en este tipo de iniciativas. No obstante lo anterior, visitamos personalmente las casas de 5 ejidatarios para presentarles la iniciativa, y durante el proceso también se acercaron personas que no fueron convocadas pero que estaban interesadas en participar. Aunado esto, durante una asamblea ejidal, a finales del mismo mes, se volvió a hacer la convocatoria para todos los habitantes del ejido.

Como resultado, para el primer periodo de restauración (2021) se identificaron seis personas interesadas en participar, sumando un total de 1,848 metros lineales.



Figura 149. Reunión con las autoridades de Pirú para presentar el proyecto de restauración.



Figura 150. Reunión con los ejidatarios de El Pirú en donde se habló del proyecto de venta de bonos de carbono, pero también se retomó el de restauración.

La reunión con los ejidatarios de Flor del Marqués se realizó el 21 de julio de 2021. A ésta asistieron 10 de 24 personas convocadas (Figura 151). Durante esta reunión se tocaron los mismos temas que en la reunión con el presidente y se presentó el diseño de restauración que se buscaría seguir. Sin embargo, la mayoría de los ejidatarios coincidieron en que, de manera general, en el ejido se mantienen conservadas las riberas de la mayoría de todos los arroyos por lo que no veían necesario la implementación de restauraciones ecológicas, a menos que éstas fueran para enriquecer acahuales o para la implementación de cercos vivos. Como resultado se identificaron únicamente dos personas en Flor del Marqués interesadas en participar en el primer periodo de restauración (2021).



Figura 151. Reunión con los ejidatarios de Flor del Marqués para exponer el proyecto de restauraciones ecológicas.

Para el siguiente periodo (2022) ya no se realizaron reuniones para convocar a la gente, pues durante el transcurso del periodo anterior se acercaron personas de los dos ejidos de manera voluntaria para participar en el proyecto, y algunos ejidatarios, además, decidieron continuar con las restauraciones, extendiéndolas a otros predios.

Cabe mencionar que una vez que se comenzó con la planeación e implementación de las restauraciones ecológicas en los predios, se establecieron compromisos con los dueños para asegurar tanto su participación activa en las restauraciones (y con ello buscar un compromiso personal con el proyecto), como el compromiso a mediano plazo que se requiere para mantener las restauraciones (es decir, limpiar y chapear al menos tres veces al año los predios hasta que las plantas alcancen una altura mínima). En ese sentido, con este proyecto se apoyó con toda la asistencia técnica necesaria, con la planta, con el material para el establecimiento de cercos de exclusión de ganado (cuando fue necesario) y con jornales para dicho mantenimiento y seguimiento.

De manera general, la participación y apoyo por parte de Natura y Ecosistemas Mexicanos consistió en: (1) la asesoría a cada dueño interesado en participar para la planeación, adaptación e implementación de las restauraciones ecológicas, a través de la visita inicial a sus predios, de platicar sobre los intereses de los dueños y las posibilidades de Natura y Ecosistemas Mexicanos, de hablar sobre las características de los terrenos y planear las diferentes actividades que se tendrían que realizar para garantizar el éxito de la restauración, tales como la limpieza del terreno, conseguir y colocar postes y alambre para evitar el paso de ganado cuando hubiera riesgo, la colocación de estacas a un lado de las plantas recién reforestadas para reconocerlas en el momento de hacer el chapeo del terreno (limpieza periódica) y el chapeo periódico de la restauración. (2) Se les brindó a los propietarios toda la planta necesaria, tanto para realizar la restauración ecológica, como para sustituir a las plantas que no sobrevivieron los primeros periodos en campo, considerando las especies más adecuadas de acuerdo con las características del terreno. (3) Cuando fue el caso, se les brindó apoyo para el pago de los postes de madera, así como el resto del material para el

establecimiento de los cercos de exclusión de ganado. (4) Se les brindó apoyo económico a través del pago de jornales para realizar las actividades necesarias para iniciar y mantener las restauraciones. (5) Se realizaron visitas -prácticamente- mensuales, a todos los predios, con el fin de evaluar y dar seguimiento de las condiciones de las plantas y del terreno. (6) Apoyo en la mano de obra para la realización de las restauraciones ecológicas y en el replantes de individuos a partir de la participación de técnicos de Natura y Ecosistemas Mexicanos y de estudiantes voluntarios y de servicio social.

De esta manera, durante el primer periodo de 2022 se les dio seguimiento a las restauraciones realizadas en el periodo anterior. En enero se llevó a cabo una visita a cada sitio restaurado para evaluar la supervivencia de las plantas, y se reemplazaron aquéllas que no habían sobrevivido. Posteriormente, se llevó a cabo una planeación con cada uno de los dueños para la realización periódica de limpiezas del terreno, con el fin de evitar que la maleza dañara las plantas restauradas.

Aunado a lo anterior, durante el primer semestre de 2022 se comenzaron las gestiones con las nuevas personas interesadas en participar en el proyecto. Se siguieron los mismos procesos que en el periodo anterior (visita a los predios, pláticas con los dueños y planeación de las restauraciones), y se planeó con antelación la preparación y limpieza de los terrenos, así como la colocación del cerco de exclusión, para poder realizar las restauraciones en los meses de junio y de noviembre, en los terrenos no inundables e inundables, respectivamente.

Como parte de las gestiones durante el primer semestre de 2022 se realizó un recorrido en el arroyo principal que atraviesa el ejido del Pirú: el arroyo Manzanares. Esto se realizó con el objetivo de evaluar algunos sitios que consisten en claros antropogénicos dentro de la extensión de selva conservada del ejido, y que se encuentran ubicadas en sitios clave, como en las riberas del arroyo. El recorrido se realizó en el mes de marzo, se recorrieron 8 km de arroyo en kayak, y se registraron y evaluaron las condiciones de las riberas de algunos de los sitios de interés de manera visual. La evaluación de dichos sitios se hizo de esta manera debido a que no son sitios muy accesibles en tierra, y a que los dueños de algunos de los predios prefieren no dar los permisos necesarios para entrar a sus parcelas. Debido a lo largo y la gran duración que implicó el recorrido en este arroyo (aproximadamente 12 horas), la evaluación y observación se enfocó únicamente en la sección del arroyo Manzanares que corresponde a El Pirú. Sin embargo, este arroyo se extiende hacia los ejidos de Galacia y López Mateos y desemboca en el río Lacantún. Como resultado del recorrido pudimos observar que, en los sitios de interés, de manera general, la ribera del río -al menos en lo que corresponde a la primera franja- no se encuentra totalmente desmontada, y que aún existe vegetación ribereña en dichos claros. Esta información resulta muy útil porque nos permite pensar en propuestas de iniciativas adaptadas a las condiciones de los predios como, por ejemplo, el fortalecimiento y enriquecimiento de la vegetación riparia considerando el uso ganadero que tienen dichos sitios.



Figura 152. Fotos del recorrido del arroyo Manzanares para evaluar el estado de las riberas.

Otra de las gestiones realizadas durante el primer periodo de 2022 fue el establecimiento de contacto y colaboración con el comisariado de la cabecera municipal Pico de Oro, quien mostró interés en recibir asesoría por parte de Natura y Ecosistemas Mexicanos en temas de conservación. Como resultado, se llevó a cabo la planeación de la restauración de una parte de la parcela escolar. En dicha actividad se buscaría la participación de los niños de la escuela primaria, se realizarían pláticas relativas a la importancia de las restauraciones ecológicas y a la conservación de los ecosistemas, y se involucraría a los niños en las actividades de restauración y mantenimiento. Como en los casos de las restauraciones ecológicas de los predios individuales, se realizó una visita previa a la parcela escolar de Pico de Oro con el fin de diseñar y planear una restauración ecológica (Figura 153).



Figura 153. Fotos de la parcela escolar de Pico de Oro en donde se va a realizar la restauración ecológica.

Debido a que la parcela escolar actualmente se renta para la siembra de maíz, el área factible para restaurar únicamente abarca una superficie de ¼ de hectárea. Dicha superficie se encuentra aledaña al río Lacantún, y, por lo tanto, el tipo de plantas que se van a utilizar para su restauración son especies tolerantes al aumento del nivel del agua. La restauración se realizará en el mes de enero.

Como resultado final, se colaboró con 10 personas en total, 7 pertenecientes al ejido de Pirú y 3 a Flor de Marqués; además de la restauración de la parcela escolar. En total, se restauraron 6,138 metros lineales, con ancho de entre 6 y 10 metros. De éstos, 2,398 metros se restauraron durante el primer periodo (2021) y 3,740 metros en el segundo periodo (2022), con un sitio pendiente de reforestar en enero de 150m debido a las condiciones del terreno, en combinación con las condiciones ambientales (Tabla 11).

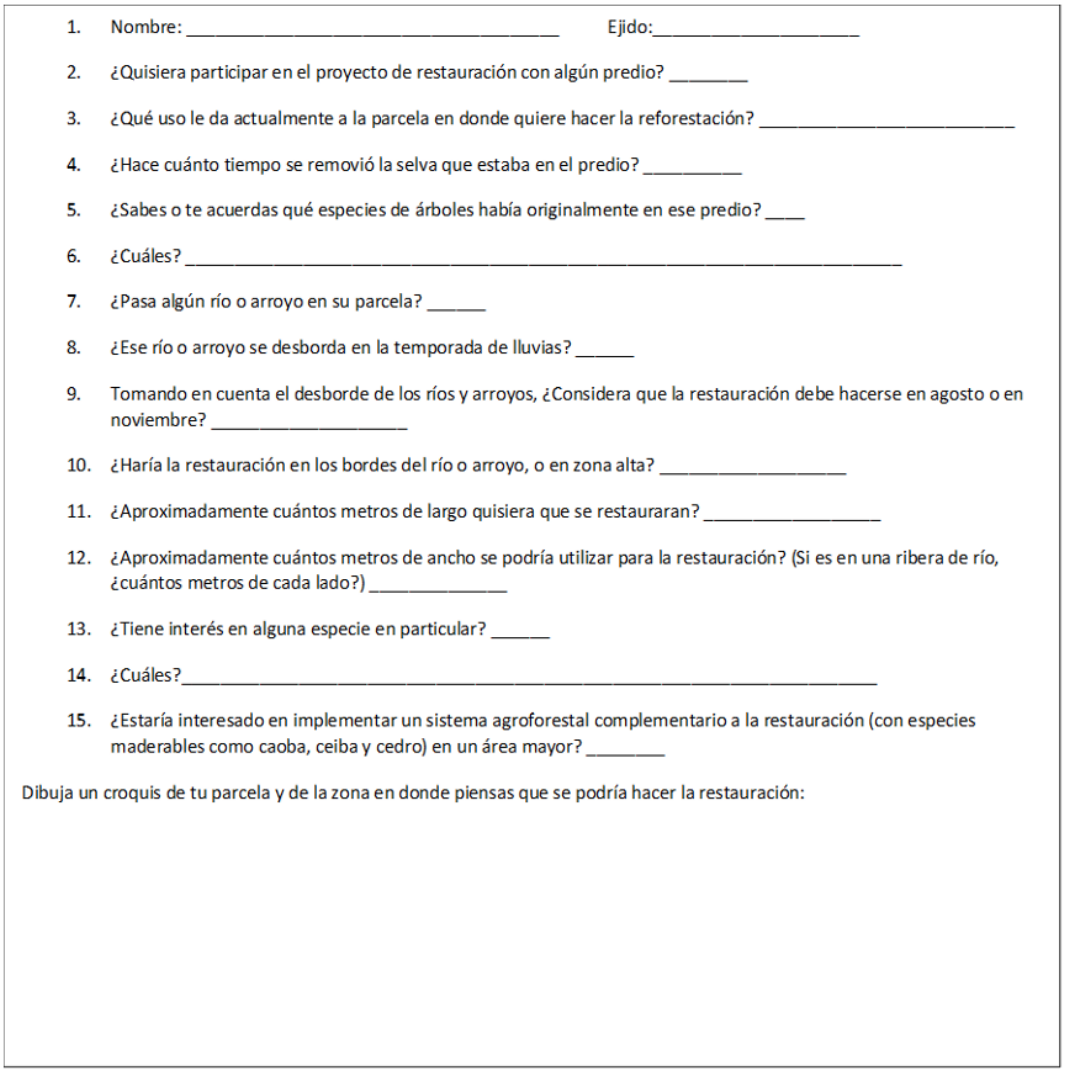
Tabla 11. Información sobre los participantes, el número de sitios y la extensión de las superficies restauradas durante 2021 y 2022 en los ejidos de El Pirú y Flor del Marqués. En rojo se marca la restauración que no se pudo realizar en 2022 por la dificultad de las condiciones que presentó el terreno, ésta se calendarizó para enero de 2023

Sitio	No. De ejidatario	Nombre del propietario	Nombre del ejido	Extensión lineal
1	1	Silvino Alegría Mondragón	Pirú	128m
2	2	Areli Pérez	Pirú	140m
3	3	Ricardo Peñaloza	Pirú	600m
4	4	Esteban Lorenzo	Pirú	250m
5	5	Desiderio Calderón	Pirú	700m
6	6	Humberto Bautista	Pirú	30m
7	7	Uriel Alexander	Flor del Marqués	150m
8	8	Iderson Márquez	Flor del Marqués	400m
			Subtotal	**2398m**
9	5.1	Desiderio Calderón	Pirú	960m
10	2.1	Areli Pérez	Pirú	160m
11	5.2	Desiderio Calderón	Pirú	440m
12	5.3	Desiderio Calderón	Pirú	480m
13	5.4	Desiderio Calderón	Pirú	120m
14	5.5	Desiderio Calderón	Pirú	130m
15	9	Catalino Rodríguez Carbajal	Pirú	850m
16	10	Armin Pérez Roblero	Flor del Marqués	150m
17	10.1	Armin Pérez Roblero	Flor del Marqués	200m
18	10.2	Armin Pérez Roblero	Flor del Marqués	400m
			Subtotal	**3,740m**
			TOTAL	**6,138m**

III. Evaluar el grado de degradación en función de las condiciones del suelo, la presencia de especies invasoras, y la historia de uso de la parcela.

Una vez identificadas las personas interesadas en participar en la restauración, se recabó información relevante sobre los predios a intervenir con el fin de hacer una planeación, tomando en cuenta las características del suelo, la historia de uso de la parcela, los intereses del dueño y las posibilidades de Natura y Ecosistemas Mexicanos para la colaboración. Para lograr lo anterior, se pidió que cada propietario llenara el cuestionario en la figura 154.

De manera complementaria, durante los meses siguientes a las primeras reuniones (en 2021), y en los meses de febrero a abril de 2022, se visitaron -junto con los dueños- cada uno de los predios para poder conocerlos y pensar y adaptar los diseños de restauración a las propias características de la tierra (Anexo 3.4.1_2022-6).



1. Nombre: _____ Ejido:_____
2. ¿Quisiera participar en el proyecto de restauración con algún predio? _____
3. ¿Qué uso le da actualmente a la parcela en donde quiere hacer la reforestación? _____
4. ¿Hace cuánto tiempo se removió la selva que estaba en el predio? _____
5. ¿Sabes o te acuerdas qué especies de árboles había originalmente en ese predio? ____
6. ¿Cuáles? _____
7. ¿Pasa algún río o arroyo en su parcela? _____
8. ¿Ese río o arroyo se desborda en la temporada de lluvias? _____
9. Tomando en cuenta el desborde de los ríos y arroyos, ¿Considera que la restauración debe hacerse en agosto o en noviembre? _____
10. ¿Haría la restauración en los bordes del río o arroyo, o en zona alta? _____
11. ¿Aproximadamente cuántos metros de largo quisiera que se restauraran? _____
12. ¿Aproximadamente cuántos metros de ancho se podría utilizar para la restauración? (Si es en una ribera de río, ¿cuántos metros de cada lado?) _____
13. ¿Tiene interés en alguna especie en particular? _____
14. ¿Cuáles?_____
15. ¿Estaría interesado en implementar un sistema agroforestal complementario a la restauración (con especies maderables como caoba, ceiba y cedro) en un área mayor? _____

Dibuja un croquis de tu parcela y de la zona en donde piensas que se podría hacer la restauración:

Figura 154. Cuestionario entregado a los interesados para recabar la información necesaria de los predios.

IV. Planear y diseñar la restauración de las riberas de los sitios seleccionados.

Como se mencionó previamente, durante las reuniones iniciales con los ejidatarios, en el primer semestre de 2021, se dieron detalles sobre las especies con las que contaba Natura y Ecosistemas Mexicanos en el vivero, así como del diseño de restauración propuesto para implementar, con la posibilidad de adaptarlo a las necesidades e intereses de la gente.

El diseño propuesto es resultado de la experiencia que Natura y Ecosistemas Mexicanos tiene en la implementación de restauraciones ecológicas en Marqués de Comillas, particularmente en las riberas de ríos y arroyos (Meli y Carrasco-Carballido 2011, Meli *et al.* 2015). Éste consiste, de manera general, en un arreglo de al menos tres filas separadas 2m entre sí, estando la primera fila con 1 m de separación del cauce del río o arroyo, y colocando -cuando es necesario- un cerco de exclusión de ganado, igualmente a 1m de separación de la última fila de plantas. Las plantas se disponen en las filas y se colocan con una separación de 2m entre sí para darles el espacio suficiente para crecer (Figura 155). Para el caso de las riberas de ríos y arroyos, la composición de las plantas está diseñada para colocar en la primera fila (la más cercana al cauce) la plantas con mayor tolerancia a la humedad e inundaciones, tales como el amate (*Ficus insípida*), el guatope (*Inga vera*) y el zapote de agua (*Pachira aquatica*). En la segunda fila se colocan especies con una tolerancia moderada a la humedad e inundaciones, como el hule (*Castilla elastica*), el palo mulato (*Bursera simaruba*) y el plumillo (*Schizolobium parahyba)* y, por último, en la tercera fila, se colocan especies menos tolerantes a la humedad como el ramón (*Brosimum alicastrum*), el maculís (*Tabebuia rosea*), el cedro (*Cedrela odorata*), el guapinol (*Hymenaea courbaril*) y el guapaque (*Dialium guianense*). Además, si el ejidatario tiene interés en hacer una restauración más ancha que 6m (compuesta por tres filas de plantas), entonces se pueden colocar especies de aprovechamiento maderable.

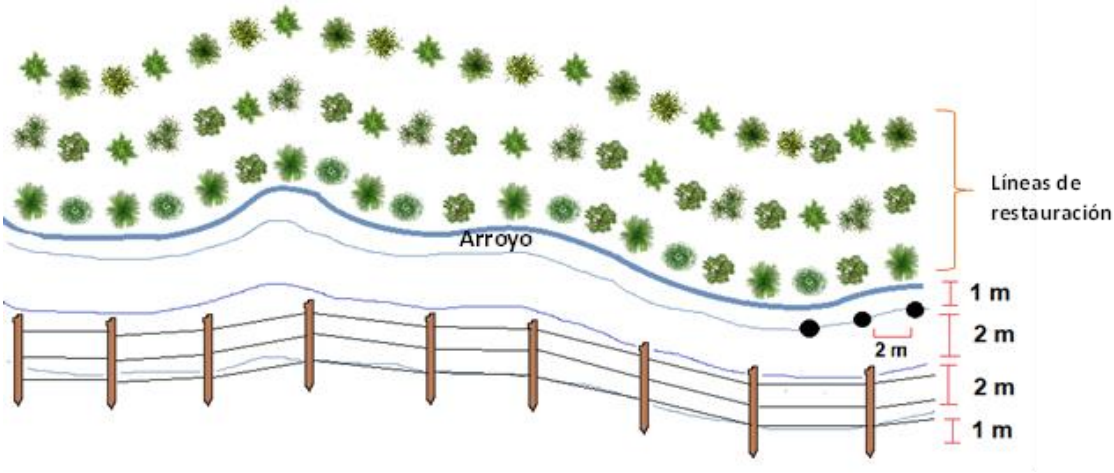


Figura 155. Esquema del diseño de restauración. La línea azul representa un arroyo o río, los puntos representan la posición de las plantas en término de distancia al río.

El diseño de restauración ecológica de ribera general que Natura y Ecosistemas Mexicanos plantea se utilizó como base para la planeación y diseño de cada uno de los predios, tomando en cuenta las características de cada terreno. La información general de cada sitio, la extensión (en ancho y largo) de cada restauración y la descripción y datos generales del plan de restauración de cada sitio restaurado se muestran en las tablas 12 a 14.

Tabla 12. Resumen de las extensiones de las restauraciones y de los planes de restauración para cada sitio en El Pirú.

Id. del dueño	Id. del sitio	Dueño	Sitio	Uso	Un lado (m)	Metros totales (m)	Superficie total restaurada (m^2)	Plan de restauración	No. de plantas	Material cerco	Fecha tentativa para plantar
1	1	Silvino Alegría	Potrero	Potrero fuera de uso	50	100 x 6	600m^2	Donde comienza el predio y la acumulación de agua fluvial colocar 3 líneas de árboles en 6m a cada lado del arroyo	200 de diferentes especies + 50 para replante para las dos partes de Silvino	No se requiere cerco	Sept. 2021
1	1	Silvino Alegría	Potrero	Potrero fuera de uso	28	28 x 8	224m^2	En una segunda parte, colocar árboles de zapote de agua y amates esparcidos en una extensión de 18m y aledaño a ésta (en una parte alta) colocar 2 líneas de árboles (varias especies) en una extensión de 28m	70 de diferentes especies + 30 para replante para las dos partes de Silvino	No se requiere cerco	Sept. 2021
2	2	Areli Pérez	Potrero	Potrero en uso	70	140 x 6	846m^2	Restaurar la orilla del arroyo por los dos lados, colocando 3 líneas de diferentes especies a lo largo de 70m. Posteriormente evaluar si se restaurarán dos secciones más	230 de diferentes especies + 50 para replante	Sí se requiere cerco	Sept. 2021
3	3	Ricardo Peñaloza	Potrero	Potrero en uso	300	600 x 6	3600m^2	Restaurar los dos lados del arroyo que atraviesa el potrero a lo largo de 300m. Establecer 2 o 3 líneas como reforzamiento a la cobertura vegetal existente (preferentemente especies de zona alta) y en partes con curvas pronunciada el cerco colocar en línea recta árboles en toda esa zona	1000 de diferentes especies + 50 para replantar	Sí se requiere cerco	Sept. 2021
4	4	Esteban Lorenzo	Potrero	Potrero en uso	250	250 x 6	1500m^2	Restaurar un lado de un nacimiento de agua. El sitio colinda con un área en PSA. Establecer otros 300m más, en otro lado, en una segunda etapa.	450 plántulas; 180 replante. Se necesita cerco	Sí se requiere cerco	Sept. 2021
5	5	Desiderio Calderón	Potero	Potrero en uso	350	700 x 10	7000m^2	Restaurar ambos lados del arroyo que atraviesa el potrero. Este sitio se dividió en dos secciones, la primera consta de 350m de largo por 10m de ancho. Establecer de 5 a 7 líneas conforme el sitio lo requiera ya que en zonas el ancho del sitio es mayor. Intervenir posteriormente una segunda parte	1900, 500 replante.	Sí se requiere cerco	Sept. 2021
6	6	Humberto Bautista	Parcela	Sin uso	30	30 x 50	1500m^2	Es un área que quedó fuera de Sembrando Vida. Establecer 15 líneas de árboles	550, 200 para replantar	No se requiere cerco	Sept. 2021

5	5.5	Desiderio Calderón	Parte 2, Segunda sección del arroyo en el sitio 2.	Potrero activo, en zona alta, creciente fuerte	480	960 x 10	9600m^2	Restaurar los dos lados del arroyo que atraviesa el potrero, en una extensión de 960m x 10m de ancho, estableciendo 5 líneas de árboles en ambos lados. (En las primeras tres líneas establecer especies con fines ecológicos, y las últimas dos con potencial productivo)	2,400 plantas de diferentes especies	Sí se requiere cerco	Nov. 2022
2	9	Areli Pérez	Parte 2, Segunda sección del arroyo en el sitio 2.	Potrero actualmente activo.	80	160 x 6	960m^2	Restaurar la orilla del arroyo por los dos lados, colocando 3 líneas de diferentes especies a lo largo de 80m	250 plantas de diferentes especies	Sí se requiere cerco	Junio 2022
5	10	Desiderio Calderón	Potrero 2 A1	Potrero activo	220	440 x 10	4400m^2	Restaurar los dos lados del arroyo que atraviesa el potrero, en una extensión de 220m, estableciendo de 3 a 7 líneas de árboles en ambos lados, dependiendo de la vegetación existente (Las primeras tres líneas con especies con fines ecológicos, y las últimas dos con potencial productivo)	1,000 plantas de diferentes especies	Sí se requiere cerco	Julio 2022
5	11	Desiderio Calderón	Potrero 2 A2	Potrero activo	240	480 x 10	4800m^2	Restaurar los dos lados del arroyo que atraviesa el potrero, en una extensión de 240m, estableciendo 5 líneas de árboles en ambos lados. (Las primeras tres líneas con especies con fines ecológicos, y las últimas dos con potencial productivo)	1,150 plantas de diferentes especies	Sí se requiere cerco	Julio 2022
5	12	Desiderio Calderón	Potrero 3 Laguna	Potrero activo	120	120 x 10	1200m^2	Restaurar uno de los afluentes principales de la laguna situada en el predio, la cual consta de una superficie de 10m por 120 metros de largo. Establecer 5 líneas de árboles de variadas especies (en su mayoría especies con fines ecológicos reforzando a los árboles que el propietario ya plantó previamente.)	350 plantas de diferentes especies	Sí se requiere cerco	Junio 2022
6	13	Desiderio Calderón	Potrero3 Laguna	Potrero activo	130	130 x 10	1300m^2	Restaurar un segundo afluente principal de la laguna situada en el predio, la cual consta de una superficie de 10m por 130m de largo. Establecer 5 líneas de árboles de variadas especies (en su mayoría especies con fines ecológicos reforzando a los árboles que el propietario ya plantó previamente.)	400 plantas de diferentes especies	Sí se requiere cerco	Junio 2022
9	14	Catalino Rodríguez Carbajal	1. Catalino	Potrero activo	425	850 x 6	5100m^2	Restaurar los dos lados del arroyo que atraviesa el potrero y dos pequeñas vertientes en una extensión total de 425m, estableciendo 3 líneas de árboles en ambos lados	1100 plantas de diferentes especies	Sí se requiere cerco	Junio 2022
			TOTAL			**4,988**	**32,206m^2**				

Tabla 13. Resumen de las extensiones de las restauraciones y de los planes de restauración para cada sitio en Flor del Marqués.

Id		Dueño	Sitio	Uso	Un lado (m)	Metros totales (m)	Superficie total restaurada (m^2)	Plan de restauración	No. De plantas	Material cerco	Fecha para plantar.
7		Alexander		Potrero fuera de uso	150	150 x 3	450m^2	Establecer una única línea de árboles alrededor de 150m con árboles de maculís y amate, para delimitar el potrero (cerco vivo)	130 plantas de diferentes especies	No se requiere alambre	Sept. 2021
8		Iderson Márquez		Potrero	400	400 x 6	2400m^2	Establecer una franja que divide el potrero de 6 x 400m. Se requiere un cerco alrededor. La franja mide x 4m, de los cuales 18 m tienen un ancho de 6m	700 plantas de diferentes especies	Sí se requiere alambre	Enero 2022
10	15	Armín Pérez	1 Lagarto	Potrero activo, zona inundable	150	150 x 6	900m^2	Restaurar un lado del arroyo que pasa en el límite del potrero en una extensión de 150m, estableciendo 3 líneas de árboles en ambos lados	250 plantas de diferentes especies	Sí se requiere alambre	Nov. 2022
10.1	16	Armín Pérez (Elisa Roblero Pérez)	2 A negro	Potrero activo, zona inundable	100	200 x 6	1200m^2	Restaurar los dos lados del arroyo que atraviesa el potrero, en una extensión total de 200m, estableciendo 3 líneas de árboles en ambos lados	300 plantas de diferentes especies	Sí se requiere alambre	Nov. 2022
10.2	17	Armín Pérez	3-	Potrero activo, zona alta.	200	400 x 6	2400m^2	Restaurar los dos lados del arroyo que atraviesa el potrero, en una extensión total de 200m, estableciendo 3 líneas de árboles en ambos lados	700 plantas de diferentes especies	Sí se requiere alambre	Nov. 2022
						1,150m	**6,450m^2**				

Tabla 14. Resumen de la restauración en la parcela escolar de Pico de Oro

Id	Id. del sitio	Dueño	Sitio	Uso	Un lado (m)	Extensión total (m^2)	Plan de restauración	No. De plantas	Material cerco	Fecha para plantar
11	18	Pico de Oro	Parcela escolar	Tierra que se usa para cultivo		5,000	Establecer 5 líneas de árboles tolerantes a las inundaciones	700 plantas de diferentes especies	No se requiere cerco	Dic. 2022

V. Mantener un vivero rústico operando para la producción de plantas de buena calidad.

Colecta de germoplasma mediante estudios de fenología

La producción de plantas en el vivero requiere de la recolección de semillas de las especies de interés. Para esto es necesario conocer las temporadas de fructificación de cada una de forma que se pueda hacer una planeación adecuada y que, además, se eficientice el esfuerzo de la colecta de semillas en campo. Para lograr lo anterior, durante el último año se realizó un estudio y observación de los procesos fenológicos de diversas especies de árboles, con particular énfasis en la temporada de fructificación.

Para llevar a cabo dicho estudio se realizaron recorridos mensuales en 4 sitios diferentes durante todo el año de 2022 para tomar datos de individuos de 15 especies de árboles de importancia ecológica y económica. Durante dichos recorridos se tomaron registros de las estructuras de flores, frutos y estado del follaje de cada individuo.

Los sitios de monitoreo mensual se ubican en las Estaciones Chajul y Estación Tzendales y dos sitios en el ejido de Playón de la Gloria (Figura 156). Los primeros dos se encuentran dentro de la RBMA y el tercero y cuarto en el municipio Marqués de Comillas. De esta forma se consideran dos escenarios contrastantes en términos del estado de conservación que pudieran generar variaciones en los patrones reproductivos de las especies y que deben ser tomados en cuenta para cualquier aplicación de los resultados.

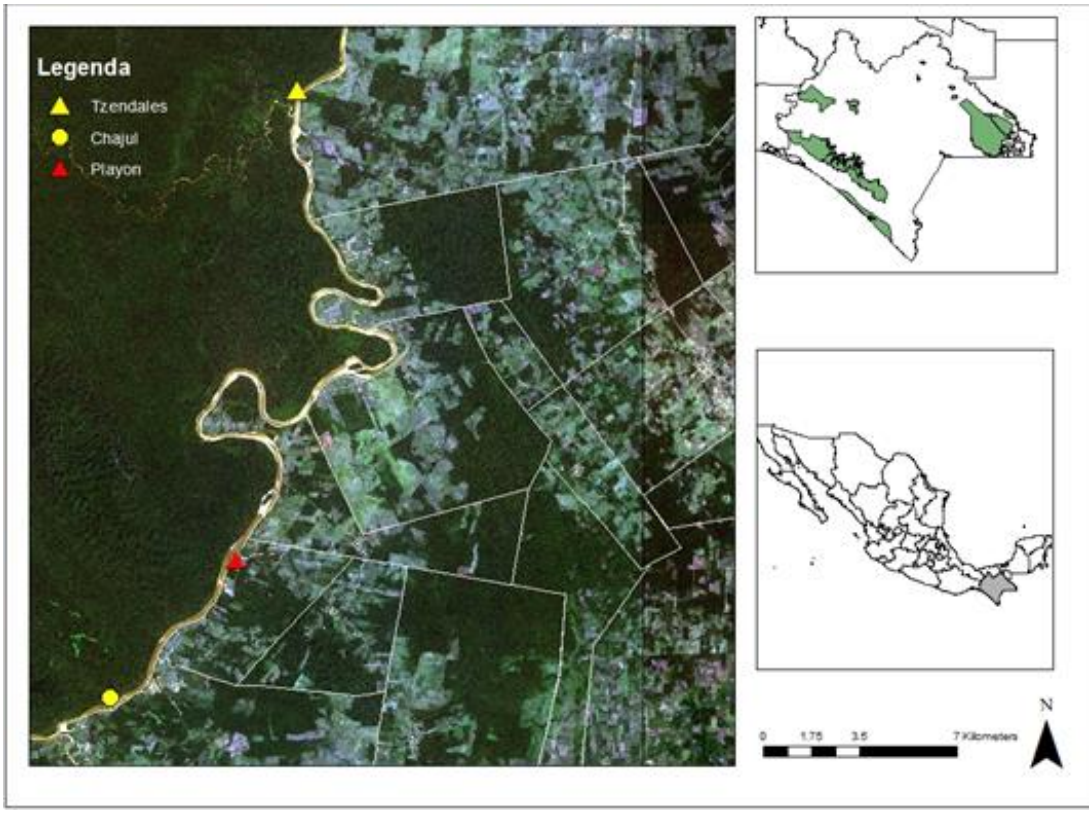


Figura 156. Mapa con los sitios donde se realiza el monitoreo de la fenología de las especies.

El monitoreo se llevó a cabo de manera mensual, y con el fin de estandarizar las fechas de la toma de datos, se estableció un rango de días que va entre el día 26 de cada mes, hasta el día 4 del siguiente. En total se hace un monitoreo de 239 individuos pertenecientes a 15 especies diferentes (tabla 15).

Tabla 15. Número de individuos por especie monitoreados en cada sitio.

Árboles monitoreados (nombre común)	Chajul	Playón	Tzendales
Cedrillo	10	6	3
Ramón	10	11	6
Guapaque	10	12	10
Hule	10	7	10
Churén de río	-	5	4
Jinicuil	-	1	2
Chilacayote	10	-	-
Conchalagarto	-	6	10
Voladro	10	3	-
Cedro	-	-	1
Ceiba	4	8	2
Amate	-	3	2
Plumillo	10	3	10
Mulato	-	10	9
Frijolillo	7	11	3
Total por sitio	81	86	72

Los datos fenológicos se tomaron a partir de la observación de un área determinada de la copa de cada individuo. Dentro de esta área se identificó la presencia de flores, frutos y hojas. En caso de no observar alguna de estas estructuras se colocó un 0, de lo contrario, se estimó un porcentaje del estado de las estructuras observadas. Es decir, si se observaron flores se estimó el porcentaje de flores abiertas y flores cerradas. Si se observaron frutos, se estimó el porcentaje de frutos verdes, maduros y/o podridos, y cuando se observaron hojas se estimó el porcentaje de hojas nuevas, maduras y viejas (Tabla 16).

Tabla 16. Tabla de toma de datos para el estudio de fenología.

Proyecto: **Fecha:** **Nombre (s)de observador (es):**
Sitio:

	Especie	Código	Flor cerrada	Flor abierta	Fruto verde	Fruto maduro	Fruto podrido	Hojas nuevas	Hojas maduras	Hojas viejas
1										
2										
3										
4										
5										

La observación fenológica permite establecer bases para generar y continuar con la obtención de información de los ciclos fenológicos de especies relevantes de la Selva Lacandona, lo que a su vez brinda oportunidades de aplicación en diferentes líneas de

investigación, restauración y conservación de especies en la región. Para la restauración su utilidad se concreta en planear los meses de colecta de germoplasma. La información de todas las fases de la fenología va más allá de los alcances de este objetivo y será analizada posteriormente. Para los fines de la restauración se analizaron los datos de fructificación, lo cual aporta la información necesaria para planear las colectas de germoplasma para la producción de plantas para restaurar.



Figura 157. Recorridos y avistamiento de las condiciones fenológicas.



Figura 158. Ejemplos de individuos monitoreados. Imagen izquierda, inflorescencia de guapaque (*Dialium guianense*). Imagen derecha, Inflorescencia de ceiba (*Ceiba pentandra*) y un mono araña alimentándose de ella.



Figura 159. Ejemplos de individuos monitoreados: palo mulato (*Bursera simaruba*) que se quedó sin ramas por fuertes vientos y que meses después recuperó el follaje (izquierda) y guapaque (*Dialium guianense*) recobrando la totalidad de su follaje (derecha).

Los resultados obtenidos por especie se muestran en las figuras 160 y 161, donde se muestra, cuando es el caso, los meses con los picos de fructificación considerando la producción de frutos verdes y la subsecuente presencia de frutos maduros. En prácticamente todas las especies se observa la presencia de frutos maduros uno o dos meses después de la observación de frutos verdes, excepto en el frijolillo que no se identifica un patrón claro, y en el cedrillo y el chilacayote, cuyos frutos no se observaron en ningún momento del año y probablemente se debe a que los árboles monitoreados de ambas especies son individuos jóvenes que aún no han comenzado con la producción de frutos.

Como se observa en las figuras, la mayoría de las especies tienen frutos verdes alrededor del mes de marzo, con la posterior maduración de los frutos en los meses de mayo y junio. Para dichas especies (amate, cedro, ceiba, conchalagarto, corozo, guapaque, hule, plumillo y ramón), estos son los meses óptimos para la recolecta de semillas para la reproducción de plantas en el vivero. Además, algunas especies como el cedro, el conchalagarto, el corozo, el guapaque y la guarea, parecen presentar dos picos de producción de frutos, sin embargo, son necesario más datos de monitoreo para observar un patrón específico para cada especie. Para el caso de la guarea, el inga jinicuil y el ramón, los datos parecen indicar que se perdió la temporada de presencia de frutos maduros, ya que sí se registraron lo frutos verdes. Lo anterior puede deberse al espaciamiento que existe entre los días de monitoreo, lo cual es un indicador de que para estas especies es necesario hacer la colecta de semillas poco tiempo después de observar los frutos verdes. El guatope (*Inga vera*) y el zapote de agua (*Pachira aquatica*) fueron las únicas especies que fructificaron en una temporada distinta a las demás, la primera entre los meses de agosto a octubre, y la segunda de septiembre a noviembre.

Los datos muestran una alta sincronía en la formación de frutos entre las especies monitoreadas, lo cual consiste en una estrategia conocida entre las plantas para maximizar la visita de dispersores de semillas.

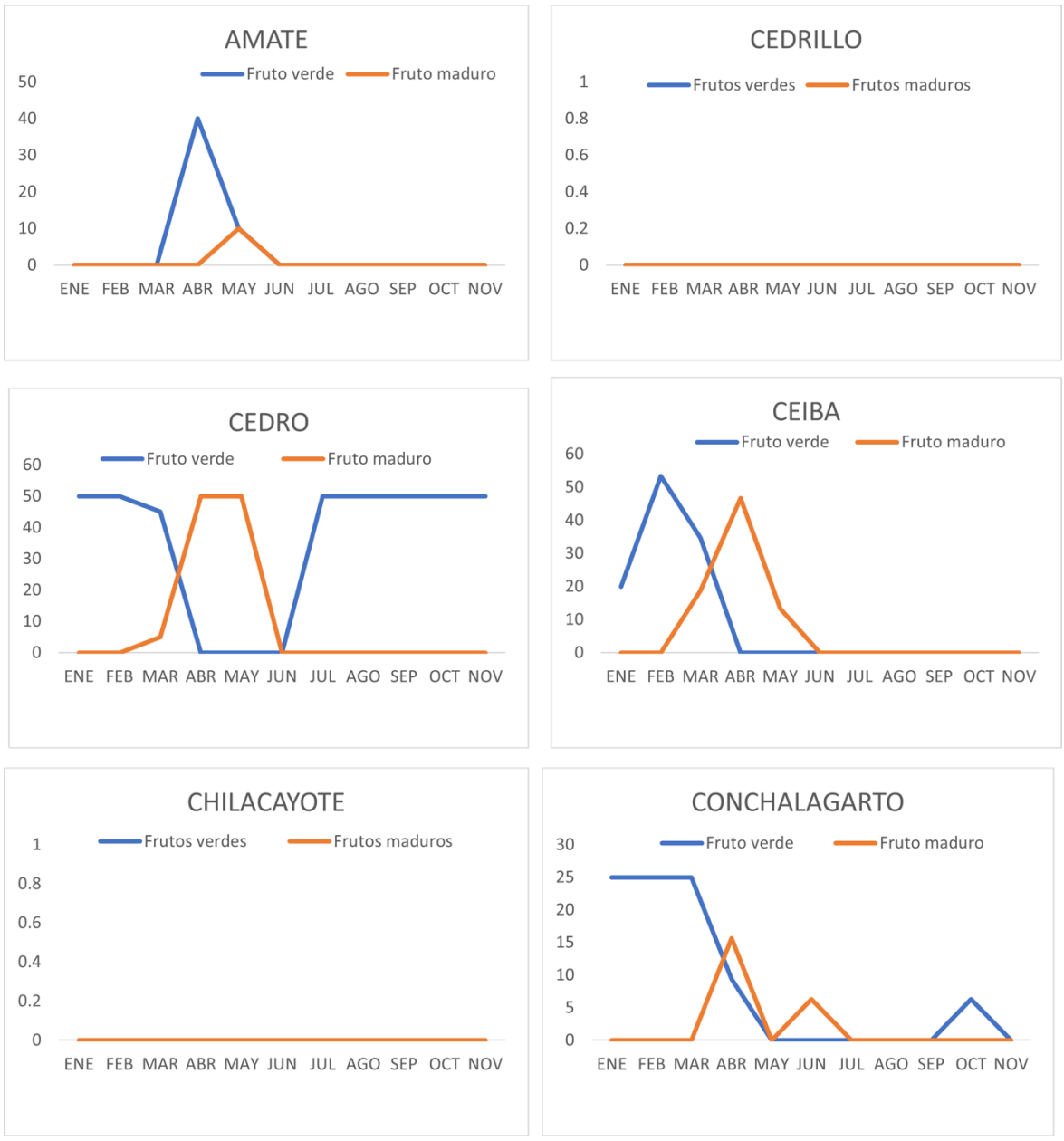


Figura 160. Gráficos de fructificación de árboles de interés para la producción de plantas del vivero.

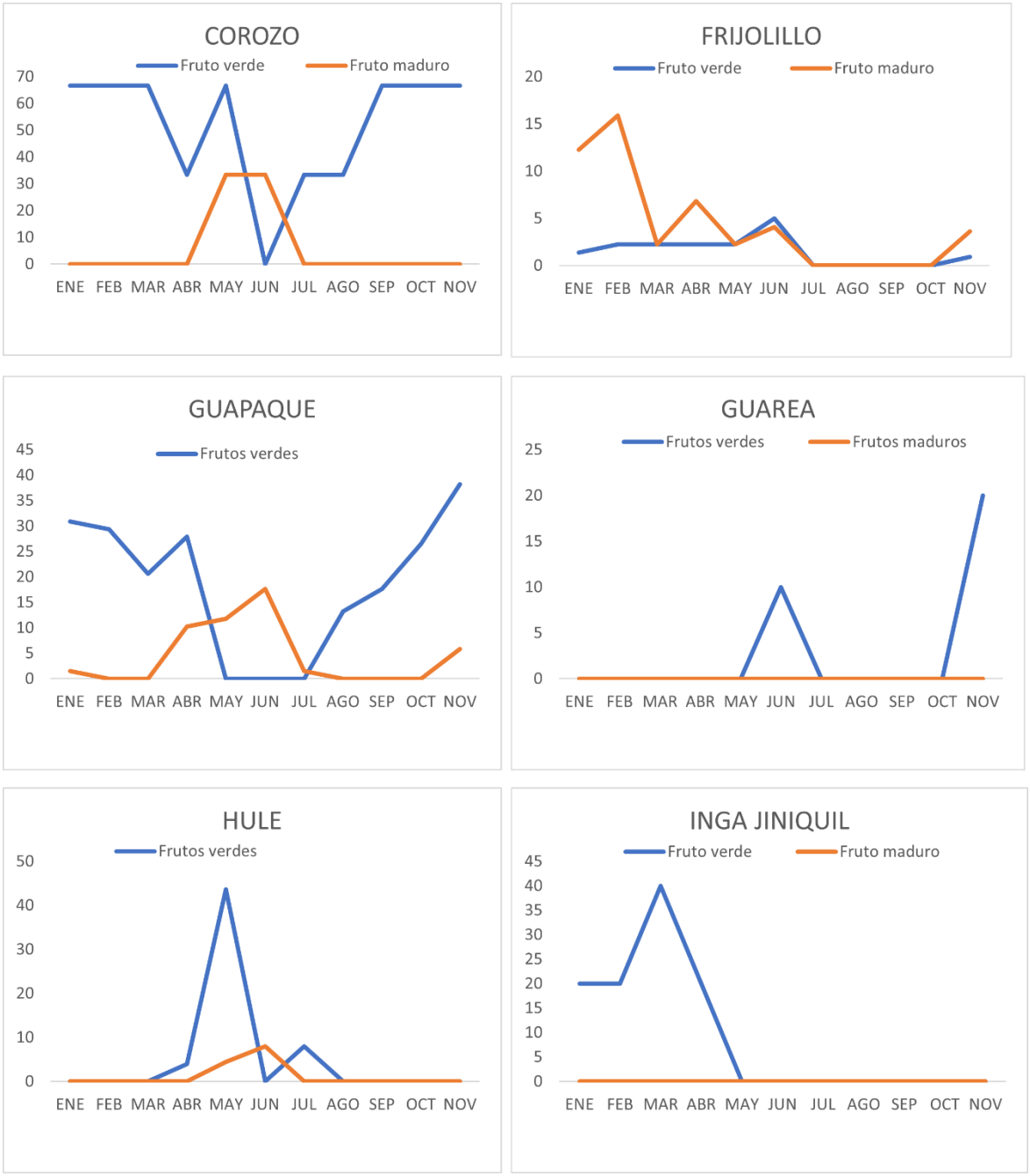
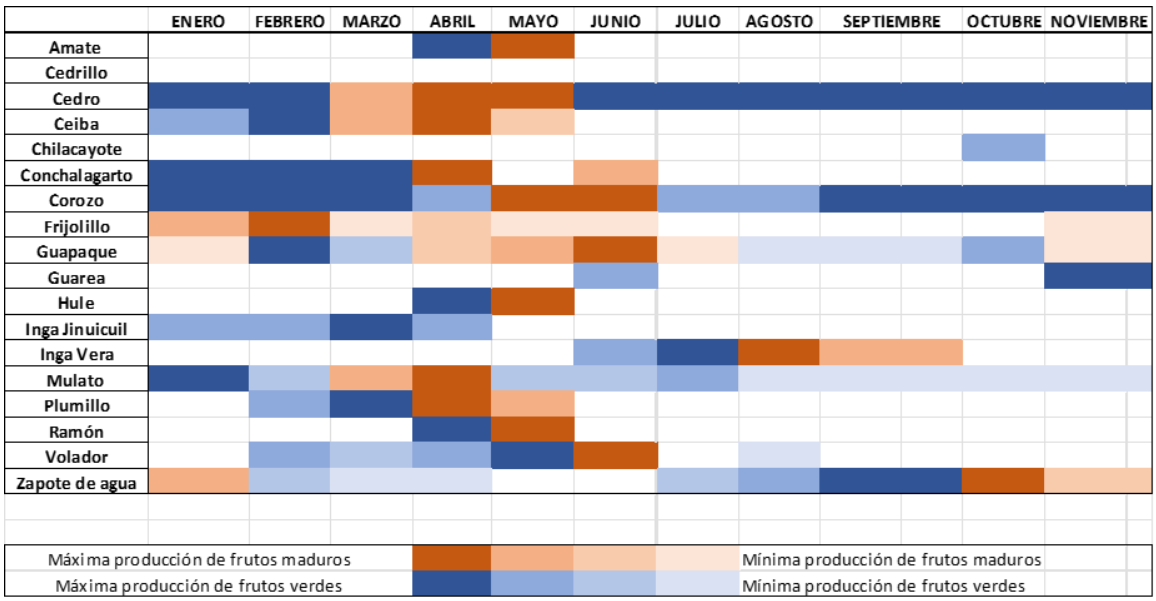


Figura 161. Gráficos de fructificación de árboles de interés para la producción de plantas del vivero

Tabla 17. Disponibilidad de frutos de acuerdo con las especies monitoreadas durante el presente estudio.



Vivero

Desde inicios del año de 2021 se comenzó con mejoras importantes a las instalaciones del vivero rústico de Natura y Ecosistemas Mexicanos con la finalidad de extender su capacidad de producción. Igualmente, a partir de 2021 se comenzó con la producción de las especies de plantas que se utilizaron para las restauraciones ecológicas de 2021 y 2022.

Remodelación del vivero

Durante los primeros meses de 2021 se trabajó con la remodelación y preparación del vivero para la producción de las plantas. La remodelación consistió en la sustitución de todos los postes que sostienen la malla sombra del vivero, la compra de un tinaco de 1,100 litros que abastece permanentemente el vivero con agua del río Lacantún con una motobomba y mangueras para asegurar los riegos de las plantas, la rehabilitación de la instalación eléctrica y la construcción de puertas de la reja perimetral del vivero.

Además, se realizaron actividades para la preparación del vivero, tales como la limpieza general; la compra de 150 charolas de plástico rígido, así como el lavado y desinfección de éstas y las que había previamente para comenzar con la siembra de las plantas.



Figura 162. Se muestra el resultado obtenido al cambiar los postes y con la malla sombra colocada.



Figura 163. Colocación de la manguera para poder bombear agua hacia el tinaco, descarga de las charolas nuevas, limpieza de bodega de vivero.

Además, debido a la cantidad de plantas que se requirieron para realizar las restauraciones del año y del siguiente ciclo, en agosto de 2021 se realizó una ampliación del vivero que consistió en la instalación de una cama de vivero extra. Esto permitió comenzar una nueva

producción de plantas, al tiempo que se mantenían las plantas sembradas meses anteriores.

Posteriormente, a principios de 2022, una vez que se llevó la mayoría de las plantas a las parcelas a restaurar, se volvieron a realizar actividades de limpieza de las charolas y de las instalaciones del vivero en general. Nuevamente se compraron charolas de germinación para sustituir las que estaban en malas condiciones, y otras más que fueron robadas.

Debido al interés creciente por la restauración de los ejidatarios y su aceptación gracias a que se les proporciona la planta adecuada y de calidad, en junio de 2022 se decidió mejorar el vivero con la construcción de una bodega para almacenar de manera segura el equipo, así como mejorar la calidad del espacio donde se realiza el trabajo de producción de plantas, donde varios técnicos pasan gran parte del tiempo limpiando, sembrando, cuidando y manteniendo las plantas. Esta bodega permitió organizar mejor el proceso de la producción de plantas, y brindó más espacio tanto para el almacenamiento de material como para la ejecución de las diversas actividades, tales como la elaboración del sustrato y el llenado de charolas, entre otras.



Figura 164. Primeras etapas de construcción de la bodega del vivero.



Figura 165. Finalización de la construcción de la bodega del vivero.

Producción de plantas

De manera paralela al mantenimiento del vivero, durante los primeros meses de 2021 y 2022 se realizó la preparación del sustrato para sembrar las semillas. El sustrato se prepara a partir de la combinación de tierra de cacaotal, madera podrida y arena (Figura 166).



Figura 166. Técnicos de Natura y Ecosistemas Mexicanos colectando tierra de cacaotal y cerniendo los materiales para realizar preparar el sustrato para la siembra de semillas.

Aunado a esto, durante los primeros meses de ambos años se realizó la colecta de semillas de las especies de interés para las restauraciones, ya que es la temporada de fructificación de la mayoría de las especies en la región. Debido a que la colecta depende de la disponibilidad de las semillas de cada especie en campo, la producción de plantas puede variar dependiendo del ciclo de producción. Algunas semillas requieren de un tratamiento pregerminativo para promover la germinación. En dichos casos se realizaron los tratamientos específicos que se conocen como resultado de un trabajo de investigación y experiencia realizado por años por parte de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Entre algunos de los tratamientos pregerminativos se encuentran el recorte, lijado o quema de la testa de las semillas, así como dejar las semillas sumergidas en agua para que se hidraten, entre otros.

Posteriormente, durante el mes de mayo de 2021 y de 2022 se comenzó con la siembra de todas las semillas colectadas. La siembra de prácticamente todas las especies se realiza en las charolas de germinación, a excepción de las especies que tienen semillas grandes como el zapote de agua (*Pachira aquatica*).



Figura 167. Semillas de Maculís (*Tabebuia rosea*) y cedro (*Cedrela odorata*), expuestas al sol para que salgan de sus respectivas vainas.



Figura 168. Técnicos de Natura y Ecosistemas Mexicanos realizando el tratamiento pregerminativo de escarificación mecánica a semillas de guapaque (*Dialium guianense*) con ayuda de un esmeril (izquierda) y sembrando semillas de ramón (*Brosimum alicastrum*) en las charolas (derecha).

En la primera producción de 2021 hubo una pérdida muy alta de semillas porque se presentaron lluvias muy fuertes y continuas que ocasionaron la saturación de agua del sustrato. Se perdieron en total 3,470 plantas de cinco especies (Tabla 18). Sin embargo, en agosto del mismo año, cuando se aumentó la cama del vivero, se sembraron más semillas para recuperar la producción. En el segundo periodo de producción de plantas (abril a mayo de 2022) no se registraron pérdidas importantes de semillas.

Tabla 18. Especies con las que se tuvieron problemas de germinación por las intensas y frecuentes lluvias.

Especie	Cantidad
Caoba	850
Ceiba	810
Volador	370
Guapaque	900
Hormiguillo	540



Figura 169. Colocación de film de plástico sobre las charolas para evitar la saturación de agua del sustrato.



Figura 170. Estado del vivero con un 80% de ocupación por charolas una vez que se reemplazaron las semillas que se perdieron en el periodo de abril y mayo de 2021(izquierda). Técnica de Natura y Ecosistemas Mexicanos realizando el conteo rápido de semillas germinadas (derecha).

Como resultado, en el año 2021 se produjeron un total de 9,200 plantas de 15 especies diferentes (Tabla 19). De este total, se entregó el 51% (4,780 plantas) a los ejidatarios para realizar las primeras restauraciones ecológicas, a comienzos de septiembre (Figura 171). El resto permaneció en crecimiento en el vivero y algunas de ellas se utilizaron en noviembre para sustituir las plantas que no sobrevivieron y otras se utilizaron para restauraciones que se llevaron a cabo en enero de 2022 que habían quedado pendientes de los meses anteriores.



Figura 171. Plantas producidas en el vivero de Chajul para usar en las restauraciones de predios en Flor de Marqués y El Pirú durante el año 2021

Tabla 19. Número de plantas producidas y entregadas por especies en septiembre de 2021.

	Especie	Total producido	Entregadas	Sobrantes
1	Guatope (*Inga vera*)	1,180	640	540
2	Amate (*Ficus insípida*)	980	600	380
3	Hule (*Castilla elastica*)	200	200	0
4	Ramón (*Brosimum alicastrum*)	1,860	680	1,180
5	Maculís (*Tabebuia rosea*)	870	490	380
6	Plumillo (*Schizolobium parahyba*)	530	250	280
7	Cedro (*Cedrela odorata*)	1,150	670	480
8	Palo mulato (*Bursera simaruba*)	630	470	160
9	Zapote de agua (*Pachira aquatica*)	870	550	320
10	Volador (*Virola guatemalensis*)	120	90	30
11	Sauce (*Salix* sp.)	340	60	280
12	Guapinol (*Hymenaea courbaril*)	100	60	40
13	Guacibán (*Albizia leucocalyx*)	40	20	20
14	Hormiguillo (*Cordia aliiodora*)	130		130
15	Guapaque (*Dialium guianense*)	200		200
	Totales	**9,200**	**4,780**	**4,420**

En preparación para el siguiente ciclo de restauración, durante los meses de enero a abril de 2022 se sembraron 4,761 plantas de cinco especies diferentes (Tabla 20) (Figura 172). Éstas, sumadas a las plantas que sobraron de la producción del periodo anterior ocuparon el vivero en prácticamente la totalidad de su capacidad (10,000 plantas).

Tabla 20. Número y especies de plantas que se sembraron en el periodo enero - abril 2022

Especie	No. De plantas
Frijolillo *(Cojoba arborea)*	1041
Caoba *(Swietenia macrophylla)*	1722
Bari *(Calophylum brasiliense)*	270
Swietenia macrophylla	1620
Ceiba *(Ceiba pentandra)*	108
Total	4,761



Figura 172. Plantas producidas en el vivero de Chajul para usar en las restauraciones de predios en Flor de Marqués y El Pirú durante el año 2022.

VI. Preparar los sitios para la restauración.

Todas las actividades relativas a la preparación del sitio, incluyendo la limpieza del terreno y la colocación del cerco de exclusión en los sitios donde se realizaron restauraciones ecológicas, se planearon durante las visitas que se realizaron para conocerlos en agosto de 2021 y entre febrero y abril de 2022. En dichas visitas se establecieron los compromisos esperados por parte de los dueños, así como los compromisos de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Los compromisos que se esperaban de los ejidatarios se mencionan en el punto II del presente documento. Sin embargo, es importante mencionar que una vez que se acordó el plan de restauración para cada sitio junto con la participación de los dueños, se establecieron fechas generales para las actividades requeridas para hacer las restauraciones. Es decir, se planearon las fechas para que los dueños organizaran la limpieza del terreno, se planeó el pago de los postes y la entrega del alambre para que los ejidatarios pudieran instalar el cerco antes de llevar a cabo la restauración, y se realizó una visita a cada predio para verificar que dichas actividades estaban realizadas antes de llevar las plantas a los predios.

Para el caso de las restauraciones realizadas en el mes de septiembre de 2021, el tiempo para realizar las actividades de preparación del terreno y de colocación del cerco de exclusión fue muy estrecho, (ya que las reuniones para convocar a las personas interesadas se realizaron en agosto, con retraso por la contingencia sanitaria por COVID-19). Por ello, en algunos casos los dueños no consiguieron completar las tareas a tiempo y las restauraciones se tuvieron que adaptar a las situaciones particulares de cada predio. Particularmente se retrasó de una persona en Pirú y dicha restauración se realizó en enero de 2022.

Para las restauraciones de 2022 se pudo llevar a cabo una planeación anticipada de las actividades de preparación de terreno y de compra y entrega de material, así como para colocar los cercos de exclusión. De esta forma, para los meses de junio y julio, todos los dueños contaban con el material necesario y la mayoría de ellos ya había terminado las tareas y compromisos establecidos. En los casos donde no sucedió así, se debió a que sus restauraciones se realizaron hasta noviembre del mismo año debido a que los sitios se encontraban en sitios inundables.

Además de la planeación de las actividades para realizar en los sitios a restaurar, durante las primeras visitas a los predios los técnicos de Natura y Ecosistemas Mexicanos compartieron las recomendaciones sobre la forma, la técnica y las actividades que se debían realizar para aumentar las probabilidades de éxito de la restauración, de forma que los dueños tuvieran una idea general de los compromisos a corto, mediano y largo plazo. Entre estas actividades se encuentran la colocación de estacas una vez que fueron establecidas las plántulas, el monitoreo y limpieza del terreno cuando la maleza crece mucho, el replante donde los individuos colocados no sobreviven y la participación en las jornadas semestrales para medir el desempeño y éxito de las restauraciones.

VII. Trasplantar las plántulas producidas en los viveros con el involucramiento de los dueños de los terrenos.

La convocatoria para comenzar a participar en el proyecto de restauración se realizó en los meses de julio y agosto de 2021, por lo que las primeras restauraciones se realizaron en septiembre del mismo año, una vez que se había confirmado que los predios estaban listos y cercados (donde fuera necesario) para recibir las plantas. Para esto, a mediados de septiembre se prepararon todas las plantas que saldrían a campo. Esto se hizo empaquetando cada una en plástico, de forma que el almácigo no se dañara y transportándolas en los vehículos de Natura y Ecosistemas Mexicanos (Figura 173). Una vez en el sitio se plantaron las plántulas siguiendo el diseño específico establecido para cada sitio.



Figura 173. Plantas empaquetadas para ser transportadas a los predios en los que se realizaron restauraciones ecológicas

Posterior a las restauraciones realizadas en septiembre, en noviembre del mismo año se realizó una evaluación del éxito de las restauraciones con el fin de replantar y sustituir los individuos que murieron. En el mismo mes se realizó un trabajo de restauración (replante) en los sitios donde fue necesario, con la ayuda de voluntarios y estudiantes.

Por otro lado, además de llevar a cabo el replante de las plantas que murieron en las restauraciones, en los meses de enero y febrero 2022 se realizaron dos restauraciones ecológicas más: una correspondiente a Iderson Morales (quien no había acabado con las tareas de preparación del terreno a tiempo) y la otra correspondiente al terreno de Areli Pérez, que quiso aumentar 160 m más la superficie para restaurar (80m de cada lado de un arroyo). Para llevar a cabo tanto el replante como las dos restauraciones adicionales, se utilizaron las plantas del vivero que habían sobrado de la producción anterior.

Como resultado, para el primer periodo se restauraron 2,398 m lineales, considerando tanto riberas de arroyos estacionales y permanentes, como predios en zonas altas.

Con respecto al año 2022, las restauraciones se realizaron en dos periodos: en junio y en noviembre. El mes adecuado para restaurar en cada sitio se decidió tomando en cuenta las características del terreno, por lo que aquellos predios ubicados en sitios con poco riesgo de inundación, como sitios altos o en riberas de arroyos estacionales, se restauraron

durante la época de lluvias (en junio), y los sitios ubicados en riberas de arroyos permanentes, que tienen riesgo de inundarse por el aumento del nivel del agua, se restauraron una vez que la intensidad de lluvias empieza a bajar, a finales de noviembre y principios de diciembre.

Las fotografías de todas las restauraciones realizadas se pueden consultar en el Anexo 3.4.2_2022-6.



Figura 174. Imágenes de algunas de las restauraciones ecológicas realizadas en septiembre de 2021.



Figura 175. Imágenes de los técnicos y los dueños en los predios que se restauraron en 2021.



Figura 176. Imágenes de la colecta de semillas y las intervenciones en campo por parte de voluntarios, técnicos y los dueños de los predios para realizar las restauraciones ecológicas de 2022.

VIII. Monitorear y evaluar las restauraciones.

Antes de llevar a cabo las restauraciones en septiembre de 2021, se tomó medida de la altura y diámetro de todas las plantas llevadas a campo para tenerlas como referencia general de las condiciones de las plantas. Sin embargo, no se realizó una identificación de los individuos, por lo que no es posible utilizar dicha información para calcular desde el inicio algunas de las métricas, como la tasa de crecimiento.

No obstante lo anterior, una vez realizadas las restauraciones, se realizaron tres jornadas de para evaluar el éxito de cada una. En dichas jornadas se midieron y evaluaron varios parámetros, tales como el área plantada y área efectiva plantada, la altura, el diámetro y la cobertura de las plantas, así como una estimación del estado de salud de las plantas de acuerdo con características e indicadores físicos como el color y el vigor. Además, con las medidas obtenidas se calcularon otras métricas importantes como la tasa de crecimiento y la tasa de supervivencia de las plantas. Las evaluaciones se realizaron durante el año 2022, en el mes de enero, junio y noviembre.

Para obtener las métricas mencionadas, se tomaron medidas de una muestra equivalente al 15% de los individuos de cada restauración. La tasa de crecimiento se obtuvo a partir de la medición de la altura en centímetros y se dividió entre el número de días que pasaron entre el tiempo t0 y el t1. Esto se repitió para el t1 y t2. Las unidades de esta variable son: longitud (cm)/días de la fórmula. La información y datos obtenidos se muestran en el Anexo 3.4.3_2022-6. Para llevar a cabo las actividades de evaluación de las restauraciones se involucraron en las actividades a los estudiantes de servicio social y voluntarios, así como a los mismos propietarios de los predios. Para esto, previamente se brindó información relevante a los estudiantes sobre las restauraciones ecológicas en México, se les compartió el manual de restauración elaborado por Natura y Ecosistemas Mexicanos para que se informaran sobre el procedimiento básico de las restauraciones, así como para que tuvieran la información necesaria para identificar algunas de las especies utilizadas en las restauraciones y en campo se les brindó una capacitación general para la toma de datos (Figura 177).



Figura 177. Fotos de las jornadas de medición en los sitios restaurados con los estudiantes de servicio social y voluntarios.

Como se menciona previamente, a partir de las mediciones de las plantas realizadas en los sitios restaurados durante las primeras jornadas (en septiembre de 2021) se obtuvo una métrica de tasa de crecimiento por especie y por sitio. En la figura 178 se muestra la

tasa de crecimiento resultante del crecimiento del tiempo 1 (enero 2022) al tiempo 2 (junio 2022), y del tiempo 2 al tiempo 3 (noviembre 2022) de nueve especies. Dichas mediciones se obtuvieron a partir del promedio de la tasa de crecimiento registrada en todos los individuos medidos por especie en cada sitio. En el anexo 3.4.4_2022-6 se muestra la información obtenida durante la última evaluación realizada de las restauraciones.

De las nueve especies consideradas, en cinco se registró un aumento en la tasa de crecimiento, en tres una disminución y de una de ellas (*Hymenaea courbaril)* sólo se obtuvo registro en dos mediciones, por lo que no es posible mostrar la tendencia de su tasa de crecimiento.

Cabe mencionar que debido a que las personas que participaron en las mediciones fueron diferentes en las tres ocasiones, es posible que las medidas presenten una variación como resultado de esto. Algunos individuos incluso presentaron alturas menores a las registradas anteriormente, lo cual puede ser resultado tanto de errores o discrepancias en las mediciones, como de la pérdida de secciones o partes de las plantas.

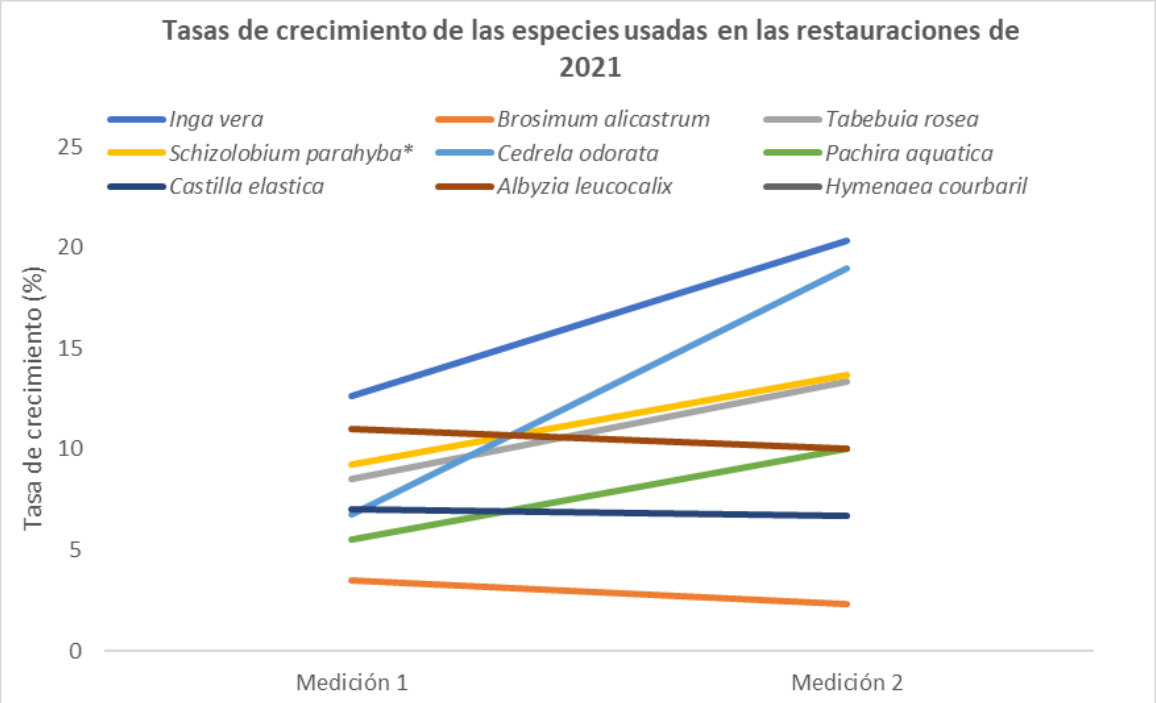


Figura 178. Gráfico que muestra los valores estimados de la tasa de crecimiento a partir de tres mediciones de altura de nueve especies utilizadas en las restauraciones realizadas en septiembre de 2021.

Debido a que la supervivencia de los individuos, o lo contrario, la mortalidad de los individuos de cada restauración determina la planeación y las acciones de seguimiento (como el replante y sustitución de los individuos que murieron) la tasa de supervivencia se calculó en cuatro ocasiones. La primera medición se realizó en octubre de 2021, un mes después de realizar las primeras restauraciones, esto debido a que las semanas que siguieron a dichas restauraciones no llovió, la tierra se secó y generó condiciones poco

favorables para las plantas; la segunda medición se realizó en febrero de 2022 para evaluar la efectividad del replante realizado en noviembre del año anterior; las siguientes mediciones se realizaron en junio y en noviembre (Tabla 21).

Como se puede observar en la tabla siguiente, la tasa de supervivencia registrada en febrero de 2022 fue mucho mayor que la registrada en octubre del año anterior, esto debido a que, en las semanas siguientes después de llevar a cabo los trasplantes, en la región de Marqués de Comillas se presentaron lluvias y periodos importantes de humedad. Éstas son condiciones favorables para las plantas y para su adaptación al campo.

Tabla 21. Tasa de supervivencia de las plantas registradas en las restauraciones.

	Dueño del predio	**Proporción de plantas vivas**	**Tasa de supervivencia (octubre 2021)**	**Tasa de supervivencia (febrero 2022)**	**Tasa de supervivencia (junio 2022)**	**Tasa de supervivencia (noviembre 2022)**
1	Silvino Alegría	66 de 206 plantas llevadas al sitio	33%	72%		
2	Areli Pérez	114 de 245 plantas establecidas en el sitio	45%	81%		
3	Ricardo Peñalosa	118 plantas de 380 plantas establecidas en ese momento	31%	74%		
4	Esteban Lorenzo	324 de 460 plantas establecidas	70%	85%		
5	Desiderio Calderón	943 plántulas de 1930	48%	75%		
6	Humberto Bautista	286 de 550	52%	No fue posible medir		
7	Uriel Alexander	107 de 130 plantas establecidas	82%	No fue requerido replante		
8	Iderson Márquez	495 de 600 plantas establecidas		Esta restauración se realizó en enero de 2022		82%
9	Desiderio Calderón A1	770 de 1,000 plantas llevadas a campo.				77%
10	Desiderio Calderón A2	820 de 1150 plantas llevadas al sitio				71%
11	Desiderio Calderón L1	245 de 350 plantas establecidas				70%
12	Desiderio Calderón L2	225 de 400 plantas establecidas.				56%
13	Desiderio Calderón					Esta restauración se realizó en noviembre de 2022

14	Areli Pérez	238 plantas de 250 llevadas al sitio.				95%
15	Catalino Rodríguez Carbajal	786 de 1,100 plántulas levadas al sitio.				71%
16	Armín Pérez					Esta restauración se realizó en noviembre de 2022
17	Armín Pérez					Esta restauración se realizó en noviembre de 2022
18	Armín Pérez					Esta restauración se realizó en noviembre de 2022

Aunado a la evaluación de las restauraciones, en el mes de noviembre de 2022 también se realizó un monitoreo de la presencia de fauna en cuatro de las primeras restauraciones realizadas. Este monitoreo estuvo enfocado en registrar la presencia de polinizadores y dispersores como indicadores de potenciales procesos de regeneración natural y, por lo tanto, del éxito de las restauraciones. Adicionalmente, se buscó registrar la presencia de rastros de otro tipo de fauna, tales como mamíferos terrestres o aves insectívoras, que pudiera brindar información sobre el uso actual que la fauna da a los sitios, es decir, sobre el uso actual que tienen los sitios como corredores naturales. La información obtenida del monitoreo realizado se puede consultar en el Anexo 3.4.5_2022-6.

Para llevar a cabo el monitoreo se realizaron dos visitas a cuatro sitios restaurados. Cada visita tuvo una duración de dos horas (de 7:00 – 9:00 am aproximadamente). Durante la primera hora la persona encargada de realizar el monitoreo se quedó en un punto fijo del sitio restaurado para observar la existencia de botones de flores, flores abiertas y frutos, ya que la presencia de estos elementos puede brindar información sobre los potenciales procesos ecológicos que están ocurriendo y que están potencializando una regeneración ecológica del sitio, tales como la polinización y la dispersión de las plantas.

Además de registrar la presencia de elementos reproductivos (como flores y frutos), también se registró la presencia de polinizadores y dispersores en el sitio que probablemente están ahí por la presencia de dichos elementos, así como la presencia de otros animales. Los registros realizados fueron directos (registros visuales de las especies) e indirectos (registros auditivos y de rastros como huellas y excretas).

Cabe mencionar que debido a que el tiempo transcurrido entre la plantación de los árboles y el monitoreo fue muy corto (un año), no se registraron ni flores ni frutos en los individuos que fueron plantados durante las restauraciones, ya que todos son individuos jóvenes que se encuentran lejos de estar en estado reproductivo. Por esta razón, la observación de botones, flores y frutos se extendió a todas las plantas observadas en un punto determinado, incluyendo hierbas, pastos y arbustos. De esta forma, aunque la

información obtenida durante el monitoreo aún no brinda información directa sobre el papel que las plantas utilizadas para restaurar están teniendo sobre los procesos ecológicos de regeneración natural, sí nos brinda información relevante sobre el estado ecológico inicial de los sitios, es decir, nos permite generar una línea base para poder realizar comparaciones en el tiempo y, con ello, una evaluación del efecto de las plantas restauradas cuando éstas lleguen a su madurez sexual. La información obtenida también nos permite tener una idea del tipo de especies polinizadoras y dispersoras que se encuentran en el sitio y que son las que mantienen un flujo genético y la dispersión de especies de plantas generalistas como las que se encuentran en los sitios restaurados y que son las especies dominantes en grandes extensiones de superficie en la región. De acuerdo con lo observado en campo y en otros sitios restaurados, es probable que conforme las plantas restauradas crezcan y desarrollen una copa arbórea, también exista un recambio en las especies presentes en el sotobosque, tanto de flora como de fauna, que responda a los cambios ambientales y microclimáticos que resultan de dicho crecimiento. Por ello el registro de la fauna presente funciona como indicador del estado en el que se encuentra el sitio como parte de un proceso de regeneración natural.

Entre las especies observadas de polinizadores que se registraron en los sitios monitoreados se encuentran abejas meliponas, diferentes especies de mariposas y moscas. Además, algunos vertebrados observados fueron diversas especies de aves, (como loros, palomas, zopilotes) y lagartijas. También se registraron rastros de armadillo (rascadero), semilleros de murciélagos y huellas de mapache y tapir. Otros registros incluyen registros auditivos de aves y mono saraguato, así como observación de insectos como hormigas, libélulas y grillos (Figura 179) (Anexo 3.4.6_2022-6)



Figura 179. Fotos de registros de fauna y flora observados durante las jornadas de monitoreo de las restauraciones ecológicas

El modelo de restauración utilizado y la gestión del mismo fue exitoso. Se restauraron en total 6,138 metros lineales y una superficie de 38,656 metros cuadrados, utilizando 13,961 plantas, de las cuales la supervivencia promedio es aproximadamente 76%. Los ejidatarios se involucraron y cumplieron con sus compromisos. La información científica y técnica obtenida fue útil para un correcto diseño y éxito de la restauración.

Natura y Ecosistemas Mexicanos continuará con los esfuerzos de restauración y de seguimiento de las restauraciones realizadas durante este proyecto en los próximos años. Además, se buscará ampliar la superficie y el número de ejidatarios participantes tanto en Flor de Marqués y Pirú como en otros ejidos de municipio.

La participación de los ejidatarios y el cumplimiento observado que han tenido en los compromisos de mantenimiento en estos años, resultan muy alentadores para continuar con los esfuerzos de restauración ecológica y buscar el aumento de la cobertura arbórea, así como el aumento de la conectividad en sitios clave, aunque ésta sea en una pequeña escala. Así, esperamos que los resultados positivos de las restauraciones ecológicas y el constante acompañamiento y apoyo que Natura y Ecosistemas Mexicanos ha dado a los participantes impulsen y promuevan la participación de más personas en la región. De forma se espera que poco a poco aumente no solo el interés en recuperar las riberas de sus ríos y arroyos y conectar la vegetación remanente, sino también que contribuya a mejorar la percepción de la gente local sobre la importancia en mantener la vegetación riparia conservada y en buen estado de salud, valorizando esto con respecto al nivel de esfuerzo e inversión que se requiere para recuperar dichos ecosistemas una vez que se perdieron.

Conclusiones

Con el presente proyecto Natura y Ecosistemas Mexicanos fortaleció la línea de trabajo de restauración ecológica logrando generar una estrategia de intervención para la implementación de restauraciones ecológicas enfocadas en sitios clave para el aumento de la conectividad ecológica, tomando como base un análisis territorial y de tenencia de tierra. Dicha estrategia permitió aumentar la superficie restaurada en más de 5 km en tres años y logró la participación de 11 personas de dos ejidos. El aprendizaje y experiencia obtenida durante este proyecto resulta de suma importancia pues permite mejorar la estrategia de intervención para lograr un aumento en el interés de las personas locales en restaurar sus predios, o partes de sus predios, y como consecuencia, contribuir al aumento de cobertura arbórea y de la conectividad ecológica de la región.

Acción 3.5 <u>Integración y análisis de los resultados de la conservación y manejo de los ecosistemas naturales y de la restauración de terrenos que conecten fragmentos de selva en los ejidos de Marqués de Comillas</u>

I. Evaluar los logros de las empresas sociales.
II. Evaluar el cambio de uso de suelo en los fragmentos de selva que las empresas sociales han comprometido para conservar.
III. Relacionar las tasas de deforestación de los fragmentos comprometidos en las empresas sociales con los que no cuentan con ningún instrumento de conservación.
IV. Analizar el éxito del establecimiento de conectores.
V. Integrar un mapa con la ubicación de fragmentos comprometidos en las empresas sociales y con fragmentos que no cuentan con ningún instrumento de conservación.
VI. Utilizando el mapa de referencia de la conectividad potencial (punto 3.1), analizar la viabilidad de extender la experiencia a nivel municipal para proponer las bases de un plan de desarrollo municipal sustentable.

Indicador de progreso comprometido: 100%; Indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Evaluar los logros de las empresas sociales.

Las actividades ecoturísticas fomentadas en Marqués de Comillas, además de su impacto positivo en contribuir a la disminución de la deforestación como se demuestra en la sección III de esta acción 3.5, ha contribuido a la generación de empleos, diversificación de las actividades productivas e incremento de ingresos en las familias.

La tendencia de incremento en los ingresos de las empresas fue lenta pero constante. La reservación de los sitios de pernocta (Canto de la Selva y Campamento Tamandua) para 2020 apuntaba a un incremento notable.

Sin embargo, la crisis por la pandemia de COVID 19 provocó un freno radical en el número de visitantes, que las colocó en estado de vulnerabilidad. Sin embargo, el acompañamiento continuo que tuvieron de Natura y Ecosistemas Mexicanos, gracias a este proyecto y a otras fuentes de financiamiento destinadas a empresas sociales para soportar la crisis de la pandemia, pudieron mantenerse y seguir adelante, logro que no fue común en muchas otras empresas semejantes en otras partes del país y del mundo.

Las 5 empresas cerraron por más de 8 meses como se explicó en la Acción 3.2, pero, con recursos destinados a mantenimiento y capacitación, lograron estar activas y recibir algunos ingresos, que por mínimos que fueran, les permitió resistir la crisis.

Una vez que las autoridades sanitarias estatales permitieron la reactivación de las actividades ecoturísticas en el estado de Chiapas, poco a poco, se fue incrementando el

número de visitantes en estas empresas y, para finales de 2022, se encuentran claramente en recuperación con tendencias de crecimiento.

Destaca el hecho de que este freno de casi 2 años detonó un recambio en quienes atienden las empresas hacia los jóvenes y mujeres familiares de los socios de las empresas. Ello es un indicador positivo porque, por un lado, se incrementa el empleo familiar y por el otro se le da opciones a los miembros de la familia que no tienen acceso directo a la tierra tal y como se explica en el inciso VI de esta acción.

Algunos indicadores de esta tendencia se presentan a continuación y se relacionan con el número de visitantes, la satisfacción de los visitantes y los ingresos de las empresas. Esta evaluación tendrá que continuarse y hacerse de manera constante, pues apenas han pasado unos pocos meses de la reactivación.

Número de visitantes e ingresos en Canto de la Selva

Como puede observarse en la figura 180 el número de visitantes de Canto de la Selva llegó a su mejor momento en 2018, tuvo un descenso en 2019 y un freno en 2020 y 2021 por la pandemia. Afortunadamente, la tendencia de recuperación se ve claramente en 2022 y ya se alcanzó el nivel prepandemia en ingresos, aunque no en número de visitantes. Aún no se alcanza el punto de equilibrio, pero la derrama en el empleo e ingresos para mujeres y jóvenes ha sido estimulante para los socios quienes refrendan el compromiso de conservación de la selva. Este instrumento de conservación está siendo eficaz, sobre todo con la combinación del ingreso que proviene del PSA. Se tiene planeado proponer al ejido explorar el mercado de bonos de carbono para reforzar, tal y como lo hizo El Pirú, los ingresos de las familias.

Año	Ocupación	Ingresos
2013	663	$931,201.64
2014	628	$873,972.08
2015	652	$976,902.06
2016	691	$1,420,815.07
2017	1136	$1,027,042.92
2018	1214	$1,882,389.83
2019	880	$1,107,606.00
2020	766	$633,681.00
2021	512	$751,018.00
2022	787	$ 1,178,967.26

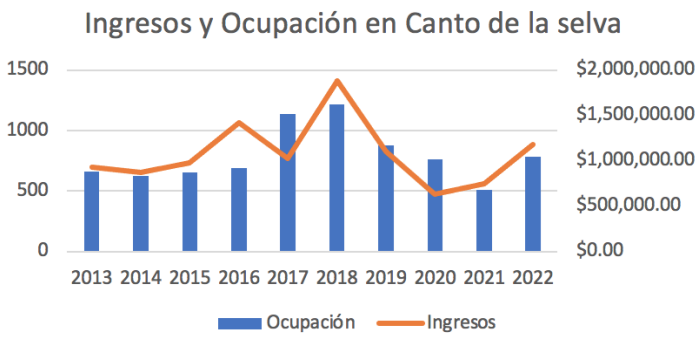


Figura 180. Número de visitantes e ingresos del Hotel Canto de la Selva de 2013 a 2022.

Satisfacción de la experiencia

Como se detalla en la acción 3.2, se realizó la evaluación de atención a visitantes de las empresas sociales hotel Canto de la Selva, Campamento Tamandua y Centro Ecoturístico Selvaje. Para ello, se recopiló la información de la percepción del cliente de manera directa mediante una evaluación escrita (encuesta de satisfacción) y por mediciones indirectas que son proporcionadas por los empleados al recibir alguna queja o comentario, o bien, en las redes sociales (Facebook, Tripadvisor) de las empresas. Se logró obtener información de los visitantes como sexo, rangos de edad, procedencia a nivel local, nacional e internacional, actividades preferidas, calificación del servicio, medio por el que se enteraron, motivo del viaje y oportunidades de mejora.

Toda esta información se recopiló en bases de datos por empresa para su análisis y se obtuvieron los siguientes resultados:

- Los visitantes y seguidores de las páginas de las empresas son principalmente mujeres que se encuentran en un rango de edad de entre 25 a 34 años y provienen principalmente de la Ciudad de México, Tuxtla Gutiérrez y Villahermosa.
- En la empresa Centro Ecoturístico Selvaje se identificó un gran número de visitantes de poblaciones locales, siendo los ejidos Benemérito de las Américas, Zamora Pico de Oro y Boca de Chajul los principales clientes.
- En cuanto a la calidad de los servicios ofrecidos, la calidad del servicio del personal se calificó como excelente, seguido de la atención de guías, las instalaciones y precios fueron calificados como buenos y uno de los puntos de mejora es la calidad de los alimentos y las porciones.
- Los medios por los que se enteraron fueron principalmente por recomendación y el principal motivo del viaje fue por vacaciones.

Con esta información se diseñaron campañas publicitarias en redes sociales de paquetes ecoturísticos que incluyen actividades en las cinco empresas (ver acción 3.2). Estas campañas han contribuido a que las empresas tengan más visibilidad en redes sociales, a llegar a más público en diferentes estados e incrementar el número de seguidores en sus perfiles de Facebook.

Incremento en los ingresos de los ejidatarios

Las actas constitutivas de las empresas definen que solamente pueden ser socios de las mismas quienes son dueños de terrenos con selva. Esto con la finalidad de que la empresa esté vinculada al objetivo de conservación. Además, definen que los empleados de las empresas sean, prioritariamente, los socios o familiares de los socios, con el propósito de que el egreso de las empresas que se destina al pago del empleo redunde de manera positiva en la propia familia de los socios. El tercer componente que se define en las actas de las empresas es que las ganancias de la empresa sean distribuidas entre los socios en función de la superficie de selva que cada uno aporta, con la finalidad de promover la conservación de la selva.

Aunque existen modalidades en cada una de ellas, podemos inferir que un incremento en el ingreso en las empresas implica un aumento en los ingresos familiares. Las tendencias detectadas son positivas y se reflejan en los siguientes indicadores.

El ingreso en Canto de la Selva llegó en 2022 a $ 1,178,967.26 pesos, colocando a la empresa en un nivel superior al que tenía en 2019 y casi como el programado en 2020, que no fue logrado por la pandemia. Las campañas que se han impulsado durante 2021 y 2022, están teniendo efectos positivos y se espera que el número de visitantes siga creciendo hasta llegar al punto de equilibrio deseado.

En el caso de Selvaje los ingresos de 2019 a 2022 fueron aproximadamente de 850 mil pesos. El gasto de la empresa es fundamentalmente para el empleo, ya que el mantenimiento de las instalaciones aún tiene subsidios de diferentes fuentes. Cerca de un tercio del ingreso se destina al empleo, lo cual beneficia a las familias de los ejidatarios socios, y el resto es repartido entre los socios. Aunque la utilidad es baja aún, representa cerca del 25% del ingreso total de la familia al año.

En el caso de la Casa del Morpho la situación es alentadora, ya que los principales beneficiarios son mujeres esposas o hijas de los socios ejidatarios, quienes no tienen otra fuente de ingresos en el ejido.

En 2020 particularmente, gracias a dos pedidos especiales y a pesar de la pandemia, se logró el mayor ingreso que la empresa había alcanzado. El reparto de dividendos fue de $150,302 y la derrama por empleo fue de $119,780 por las labores de artesanas, de colecta de mariposas, de apoyo administrativo y mantenimiento de las instalaciones. Este resultado incentivó a la empresa, la cual, a pesar de conflictos internos en el ejido que redundan en la misma, ha logrado permanecer y consolidarse.

Las condiciones en el Campamento Tamandua no han sido tan favorables. En el primer caso los ingresos de la empresa se vieron fuertemente afectados porque el campamento depende fundamentalmente de la visita de grupos escolares de universidades y preparatorias de la Ciudad de México. La pandemia detuvo todas las actividades en 2020 y 2021 y apenas en 2022 se volvió a reiniciar la visita de algunos grupos como el de la Universidad Iberoamericana, pero los ingresos aún son insuficientes para mantener al grupo de empleados capacitados y no ha habido reparto de utilidades. Se espera que las campañas que se han impulsado cambien la situación en 2023. Afortunadamente, el grupo que atiende el campamento ha encontrado empleo en Canto de la Selva lo cual, junto con los ingresos escasos que reciben de las visitas al campamento, ha permitido mantener la empresa.

Por último, el caso del Restaurante Bellavista es también poco favorable. Esta empresa depende, a diferencia de las otros cuatro, de comensales locales. La economía local se ha visto profundamente afectada debido a la pandemia y a la inflación que, en esta región, por su aislamiento, ha sido muy acentuada. Los socios han comprendido la situación y están dispuestos a seguir trabajando para la consolidación de la empresa, aunque de momento no les ha dado ingresos adicionales a las familias más allá del empleo de quien atiende el restaurante. Utilizaron el tiempo de pandemia para reforzar sus capacidades y

ahora empiezan a recibir comensales y a vender comida elaborada en el restaurante. Se espera que en 2023 se fortalezca la empresa.

II. Evaluar el cambio de uso de suelo en los fragmentos de selva que las empresas sociales han comprometido para conservar.

Con el objetivo de evaluar el impacto de las empresas sociales en el freno de la deforestación en Marqués de Comillas, se evaluó la pérdida de cobertura forestal en los fragmentos de selva que tienen un compromiso de conservación asociado a ellas, comparando con la superficie que no cuenta con instrumentos de conservación operando. Se hizo la evaluación considerando los años de inicio de cada empresa; los periodos evaluados fueron los siguientes: Hotel Canto de la Selva (ejido Galacia) del 2012 a 2021; Casa del Morpho (ejido Playón de la Gloria) de 2009 a 2021; Selvaje (ejido El Pirú) de 2015 a 2021; Campamento Tamandua (ejido Flor del Marqués) de 2012 a 2021 y el restaurante/museo Bellavista (ejido Adolfo López Mateos) de 2017 a 2021.

Ante la falta de disponibilidad de imágenes satelitales de alta resolución o productos de uso de suelo de la plataforma MadMex (Monitoring Activity Data for the Mexican REDD+ program) para los periodos de interés, se utilizaron los datos de pérdida de cobertura forestal del proyecto Global Forest Change de la Universidad de Maryland de Hansen y colaboradores (2013). Se utilizaron los productos "Hansen_GFC-2021-v1.9_treecover2000_20N_100W" y "Hansen_GFC-2021-v1.9_lossyear_20N_100W".

Para el análisis, se entiende como *cobertura forestal* a un estado del terreno con vegetación de más de 5 metros altura y a la *pérdida de cobertura* como los cambios detectados como "cobertura" a "no cobertura". Se consideró únicamente la pérdida ocurrida en sitios con una densidad de cobertura mínima del 75%. Considerar sólo los cambios ocurridos con alta densidad de cobertura ayuda a reducir la sobreestimación de la deforestación, buscando estimar sólo la pérdida de sitios bien conservados.

Además de la cuantificación de la pérdida de cobertura forestal se estimaron las tasas de cambio anual de acuerdo con la fórmula estandarizada propuesta por Puyravaud (2003):

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{A_2}{A_1}$$

Donde:

$r = Tasa\ de\ cambio\ de\ cobertura, bosque\ a\ no\ bosque$

$t_1 = Tiempo\ inicial, primer\ año\ de\ referencia$

$t_2 = Tiempo\ final, último\ año\ de\ referencia$

$A_1 = Cobertura\ forestal\ en\ el\ año\ inicial.$

$A_2 = Cobertura\ forestal\ en\ el\ año\ final.$

Esta fórmula es derivada de la fórmula del interés compuesto, un modelo de decaimiento exponencial que considera que los cambios relativos anuales están en función de las magnitudes del cambio ocurrido en los años previos.

En cada caso la pérdida de cobertura se comparó entre los fragmentos comprometidos con las empresas y aquellos fragmentos dentro del mismo ejido que no poseían ningún instrumento de conservación durante los periodos evaluados. Esta comparación expresa la pérdida en hectáreas así como las tasas anuales en porcentaje.

Los resultados de estos análisis se presentan en los apartados III y V, a continuación.

III. Relacionar las tasas de deforestación de los fragmentos comprometidos en las empresas sociales con los que no cuentan con ningún instrumento de conservación.

A continuación se presentan las tasas de cambio anual para las superficies de cada empresa, comparándolas con las superficies sin instrumento de conservación en los mismos ejidos, de acuerdo con la fórmula estandarizada propuesta por Puyravaud (2003).

Canto de la Selva

El hotel Canto de la Selva y la selva comprometida a conservación con este proyecto se encuentran en el ejido Galacia. Entre 2012 y 2021 se perdieron 5.8 hectáreas de cobertura forestal, que corresponden al 0.71% de la superficie comprometida con la empresa social; la pérdida ocurrió con una tasa anual del -0.08%. En el caso de la superficie sin instrumentos de conservación dentro del mismo ejido, se perdieron 173.3 hectáreas de cobertura forestal (el 33% de la cobertura que existía en 2012) a una tasa anual del -4.1%; resalta la pérdida de 55 hectáreas ocurrida en 2018.

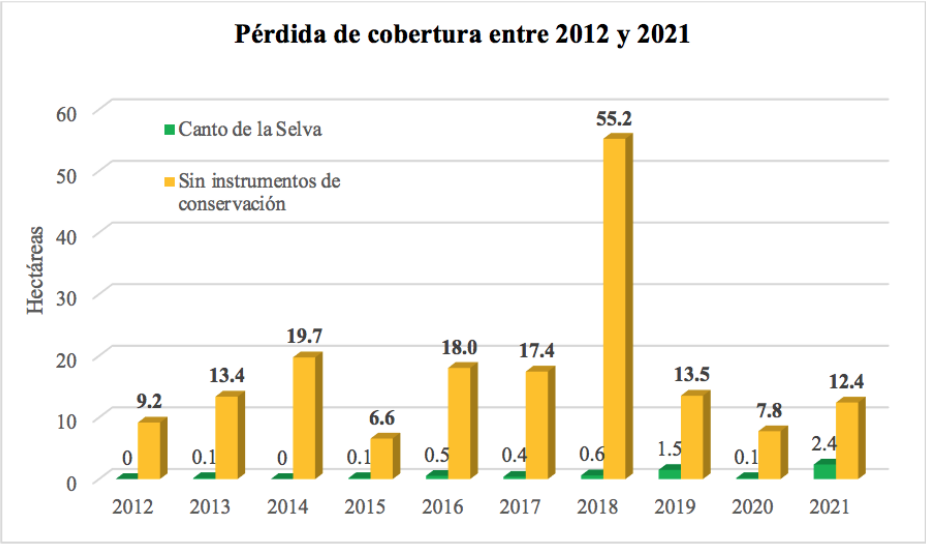


Figura 181. Pérdida de cobertura forestal entre 2012 y 2021 en los fragmentos de selva comprometidos con Canto de la Selva y fragmentos sin instrumentos de conservación en el ejido Galacia.

Casa del Morpho

La Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre Casa del Morpho, ubicada en el ejido Playón de la Gloria, perdió una superficie de 20.7 hectáreas entre 2009 y 2021, lo que representa un 8.21% de la superficie comprometida para su conservación; la pérdida ocurrió a una tasa anual de -0.7%. La pérdida de cobertura ocurrió en los polígonos pequeños y aislados de la superficie comprometida, esto los volvió vulnerables al estar rodeados de superficie sin instrumentos de conservación donde ocurrió pérdida de cobertura. Generalmente la pérdida se debió a la extensión de la deforestación en los sitios colindantes. En el mismo periodo de tiempo, la superficie donde no existen instrumentos de conservación tuvo una pérdida de 204.83 hectáreas de cobertura forestal (el 43% de la cobertura que existía en 2009) a una tasa anual de -3.35%.

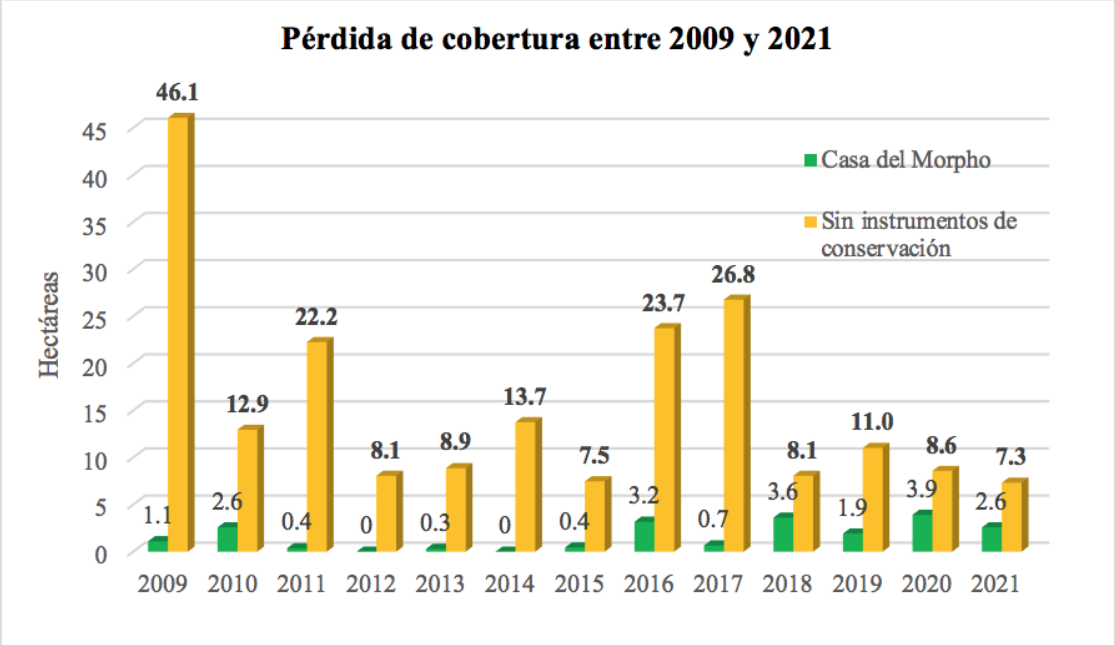


Figura 182. Pérdida de cobertura forestal entre 2009 y 2021 en los fragmentos de selva comprometidos con Casa del Morpho y fragmentos sin instrumentos de conservación en el ejido Playón de la Gloria.

Centro ecoturístico Selvaje

Ubicada en el ejido El Pirú, la empresa social Selvaje tuvo una pérdida de 2015 a 2021 de 3.7 hectáreas en la selva comprometida para su conservación que corresponde al 0.25% de dicha superficie. La pérdida de cobertura en este periodo ocurrió con una tasa anual del -0.04%. La superficie de este ejido que no posee instrumentos de conservación tuvo una pérdida de 97.8 hectáreas en el mismo periodo de tiempo, con una tasa anual del -3.95%. Destaca la pérdida ocurrida en los años 2018 y 2019, en los que se perdieron cerca de 54 hectáreas de selva.

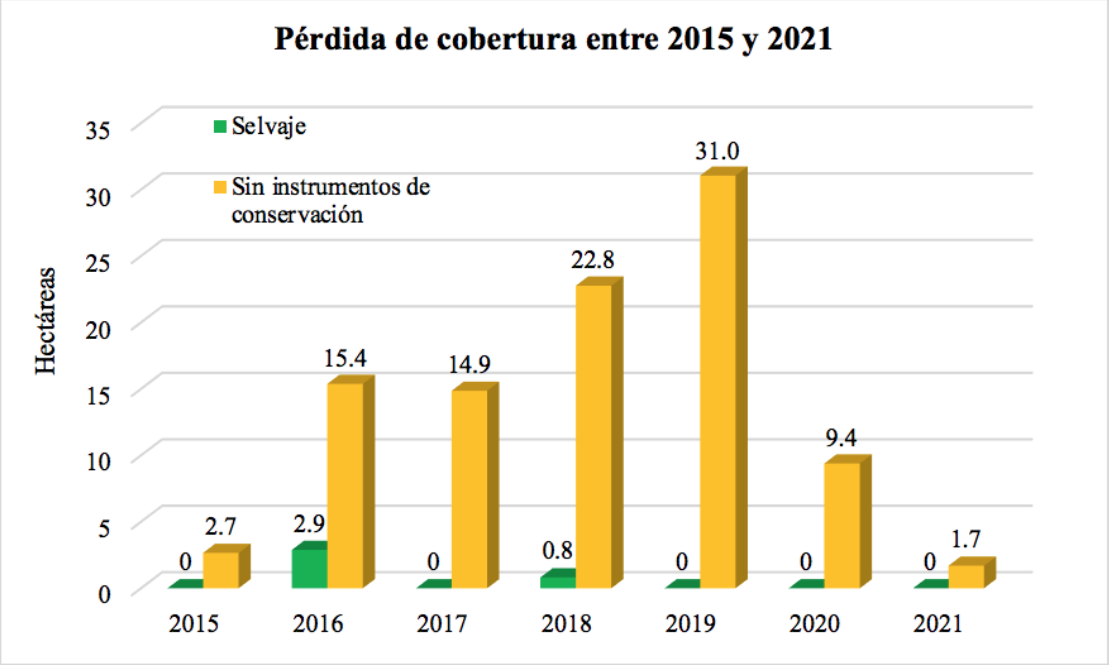


Figura 183. Pérdida de cobertura forestal entre 2012 y 2021 en los fragmentos de selva comprometidos con Selvaje y fragmentos sin instrumentos de conservación en el ejido El Pirú.

Campamento Tamandua

El Campamento Tamandua, ubicado en el ejido Flor de Marqués, tuvo una pérdida de 10.4 hectáreas de cobertura forestal entre 2012 y 2021 a una tasa anual del -0.33%; dicha superficie corresponde al 2.9% de la superficie comprometida para su conservación. La superficie sin instrumentos de conservación en el periodo analizado registró una pérdida de cobertura de 169.3 hectáreas (el 28% de la cobertura existente en 2012), dicha pérdida ocurrió a una tasa de -3.01%.

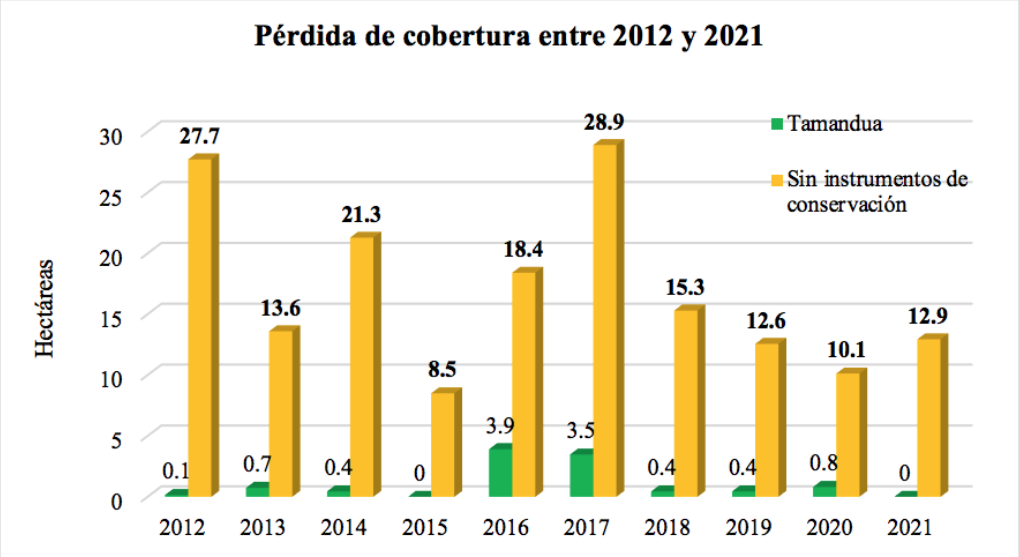


Figura 184. Pérdida de cobertura forestal entre 2012 y 2021 en los fragmentos de selva comprometidos con el campamento Tamandúa y fragmentos sin instrumentos de conservación en el ejido Flor del Marqués.

Restaurante Bellavista

El restaurante y museo Bellavista, ubicado en el ejido Adolfo López Mateos, mantiene 881 hectáreas de selva con un compromiso para su conservación. En el periodo de 2017 a 2021 dentro del polígono destinado a este compromiso ocurrió una pérdida de cobertura arbórea de 0.1 hectáreas, lo que corresponde al 0.01% de la superficie comprometida. La pérdida de cobertura ocurrió con una tasa anual del -0.002%. Por información brindada por los pobladores, sabemos que dicha pérdida sucedió accidentalmente por la extensión de un desmonte ocurrido en un ejido colindante. En contraste, la selva que no tiene ningún instrumento de conservación tuvo una pérdida de 233.36 hectáreas en el mismo periodo de tiempo, con una tasa anual de -6.98%. Destacando lo ocurrido en 2020 donde hubo una pérdida de 105.63 hectáreas, la pérdida de mayor magnitud no solo del periodo analizado, sino de los últimos 15 años.

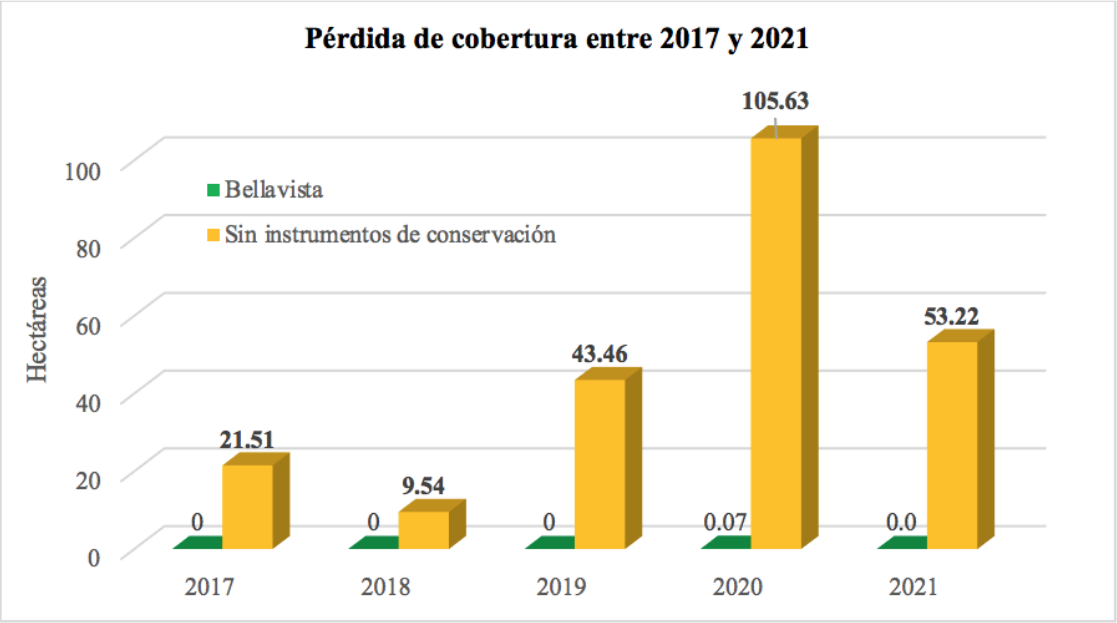


Figura 185. Pérdida de cobertura forestal entre 2017 y 2021 en los fragmentos de selva comprometidos con Bellavista y fragmentos sin instrumentos de conservación en el ejido Adolfo López Mateos.

Las diferencias son notables en la pérdida de cobertura forestal dentro y fuera de los polígonos comprometidos con instrumentos de conservación asociados a las empresas. Las tasas anuales de pérdida del hotel Canto de la Selva, Casa del Morpho, Selvaje, Campamento Tamandua y el restaurante Bellavista fueron del -0.08%, -0.7%, -0.04%, -0.3% y -0.002% respectivamente. Mientras que la superficie de sus ejidos que carecían de instrumentos de conservación presentó tasas anuales de deforestación de -4.1%, -3.35%, -3.95%, -3.01% y -6.98% respectivamente.

Es decir, los instrumentos de conservación disminuyeron en promedio la tasa de deforestación en un 95%. No obstante, la permanencia de estos fragmentos conservados es frágil, ya que depende del éxito en la consolidación de actividades productivas sustentables y la permanencia de instrumentos de conservación a los que se asocian, como

el PSA. En caso de mantenerse las tendencias de deforestación en los ejidos, la presión aumentará sobre estos fragmentos, dificultando la labor de conservación para las familias que han hecho este compromiso.

Por ello es de gran importancia continuar con los esfuerzos que fortalecen a las empresas sociales, aumentar el número de visitantes y la consecuente derrama económica; de forma que el compromiso de conservación y su trabajo en las empresas sociales puedan redituar a las familias, al grado de poder competir con las actividades agropecuarias que amenazan la permanencia de la cobertura forestal.

IV. Analizar el éxito del establecimiento de conectores.

Evaluación de la restauración ecológica de los ecosistemas ribereños

Como se narró en la acción 3.4 del presente objetivo, el modelo de restauración de sitios estratégicos (principalmente riberas) dentro de corredores potenciales para el establecimiento de conectores que favorezcan la conectividad fue exitoso. Dichas restauraciones se realizaron en sitios deforestados ubicados dentro de los corredores potenciales en los ejidos El Pirú y Flor de Marqués, que presentan importantes superficies de selva que forman parte del remanente de vegetación conservado más importante del municipio Marqués de Comillas. Se restauraron en total 6,138 metros lineales y una superficie de 38,656 metros cuadrados, utilizando 13,961 plantas nativas tolerantes a las condiciones de humedad e inundaciones. Con estas acciones de restauración se logró que algunos conectores que vinculan fragmentos de selva quedaran establecidos.

La supervivencia de las plántulas, después de la primera siembra va de 31% a 82%, y después de la primera reposición, se incrementó en un rango de 72% a 85%. Esto implica que con una tercera reposición o máximo cuarta, se habrá logrado el establecimiento de las 1,500 plantas por kilómetro necesarias para la restauración de estos ecosistemas.

Las especies respondieron adecuadamente en cuanto a su crecimiento. De las especies evaluadas, presentaron un crecimiento anual de entre 7 y 20%. Los datos de otras 3 especies son inciertos y se requiere un periodo de monitoreo más largo para determinar las tendencias. Toda la información científica y técnica obtenida a partir de las restauraciones realizadas fue útil para consolidar un correcto diseño y éxito de la restauración.

Por otro lado, se observó que, aunque las plantas sembradas no están aún maduras, el establecimiento de vegetación adicional de manera natural ha empezado a atraer a la fauna. Se registró la presencia de abejas meliponas, diferentes especies de mariposas y moscas. Además, se observaron algunos vertebrados, como loros, palomas, zopilotes, entre otras aves, y lagartijas. También se registraron rastros de armadillo, semilleros de murciélagos y huellas de mapache y tapir. Esto indica que, además de las características de composición y estructurales, también las funciones de estos ecosistemas empiezan a recuperarse. Son indicadores cualitativos y será necesario continuar con el monitoreo

constante para determinar, a partir de esta línea base, los cambios conforme madure la vegetación.

Interés de los ejidatarios

Al inicio del proyecto fue difícil incorporar ejidatarios interesados en la restauración de sus riberas. En las reuniones iniciales que se llevaron a cabo para convocar a los propietarios de las tierras identificados dentro de los corredores potenciales y que no cuentan con cobertura arbórea a realizar acciones de restauración, hubo poca asistencia. Esto muy posiblemente se debió a que esta actividad coincidió con el inicio del programa Sembrando Vida y los ejidatarios estaban muy saturados de actividades. Una vez que se dio a conocer el proyecto, se corrió la voz y el interés incrementó. Cuando los ejidatarios se percataron de la atención que tendría su restauración, los apoyos y la focalización en zonas estratégicas para ello (por ser la fuente de agua de sus predios), se empezaron a involucrar gradualmente. Muchos ejidatarios se acercaron al personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos a solicitar que se les apoyara con la restauración de sus predios y se reunió al número de personas suficientes para alcanzar la meta establecida.

Los ejidatarios, dueños de los predios que fueron restaurados, se involucraron activamente en las actividades de restauración, mostrando interés en todas las etapas del proceso y cumpliendo con sus compromisos. Todos ellos se mostraron satisfechos con el apoyo que brindó Natura y Ecosistemas Mexicanos y participaron en las etapas que se mencionan a continuación.

- Planeación y adaptación de las restauraciones ecológicas: visitas a sus predios, pláticas sobre sus intereses para la restauración, identificación de las características de sus terrenos, definición de actividades que ellos realizarían.
- Preparación del sitio: realizar la limpieza del terreno y conseguir y colocar postes y alambre para evitar el paso de ganado cuando hubiera riesgo.
- Restauración: colaborar en el trasplante de las plántulas y la colocación de estacas a un lado de las plantas recién reforestadas para reconocerlas en el momento de hacer el chapeo del terreno (limpieza periódica). Una vez que se realizó la restauración, se acordó que los propietarios continuarían realizando el chapeo periódico de la restauración.
- Seguimiento: asistir a las visitas mensuales para evaluar y dar seguimiento de las condiciones de las plantas y del terreno, así como colaborar en los replantes de individuos.

La participación de los ejidatarios y el cumplimiento que han tenido en los compromisos de mantenimiento en estos años, resultan muy alentadores para continuar con los esfuerzos de restauración ecológica y buscar el aumento de la cobertura arbórea, así como el aumento de la conectividad en sitios clave, aunque ésta sea en una pequeña escala.

Se tiene planeado continuar con 8 kilómetros para el año 2023 como respuesta al interés mostrado con este proyecto. Se continuará con la priorización de sitios que fueron identificados como conectores clave en los análisis de conectividad.

Costo de la restauración de riberas

El modelo de restauración ecológica aplicado para los ecosistemas de riberas de arroyos consiste en lo siguiente:

- Limpieza del terreno
- Apertura de cepas
- Siembra de plántulas de árboles nativos resistentes a la humedad, e incluso a la inundación. Cada plántula se separa por dos metros entre sí (total de plántulas = 1700)
- Establecimiento de un cerco de exclusión de ganado (a 1 metro de separación de la última fila de plantas) para lo cual se requiere:
  - Postes a una distancia de 5 metros cada uno
  - Alambre de púas, en tres hileras y grapas para su colocación
- Evaluar cada 6 meses la supervivencia
- Reponer la planta muerta (300 plántulas al año por 3 años)
- Chapeo cada 3 meses en el sitio de restauración, durante 4 años adicionales.

Los costos para realizar esta actividad se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 22. Costos desglosados de la restauración de 1 km de ribera.

Insumo	Cantidad	Precio	Total
Rollo de alambre de púas	10	$1,350.00	$ 13,500.00
Grapas (kg)	12	$55.00	$ 600.00
Postes de madera	210	$50.00	$ 10,500.00
Colocación postes/alambre	-	$35.00	$ 7,350.00
Plantas	1,700	$12.00	$ 20,400.00
Flete de plántulas	-	-	$ 2,500.00
Jornales			
Preparación del terreno	5	$250.00	$ 1,250.00
Acarreo de planta	5	$250.00	$ 1,250.00
Siembra	15	$250.00	$ 3,750.00
Mantenimiento			
Chapeo (5 jornales, 4 veces al año x 4 años)	80	$250.00	$ 20,000.00
Siembra (5 jornales al año x 4 años)	20	$250.00	$ 5,000.00
Planta (300 año x 3 años)	900	$ 12.00	$ 7,920.00
TOTAL por 5 años			**$ 94,020.00**

La inversión total necesaria para garantizar la restauración completa de un kilómetro de ribera es de $94,020.00 pesos, lo que incluye el establecimiento del primer año en $61,100.00 y el mantenimiento anual $8,230.00 por 4 años, es decir $32,920.00 pesos de

mantenimiento. De esta inversión, $38,600.00 (41%) representan una derrama para empleo temporal local.

En conclusión, la reforestación fue exitosa. Con relativamente bajo costo, se logró sensibilizar a los ejidatarios en la necesidad de restaurar sus riberas; se restauró la mayor parte de uno de los arroyos principales de la microrregión que alimenta a 4 ejidos, antes de desembocar al río Lacantún. La supervivencia, gracias a la reposición y apoyo monetario para el mantenimiento, fue muy alta. Con dos o tres años más de seguimiento, quedará el 100% de árboles establecidos en las riberas intervenidas.

V. Integrar un mapa con la ubicación de fragmentos comprometidos en las empresas sociales y con fragmentos que no cuentan con ningún instrumento de conservación.

A continuación se presenta un mapa con la ubicación de los fragmentos comprometidos en las empresas sociales, los fragmentos sin instrumentos de conservación y la deforestación detectada en ambos casos.

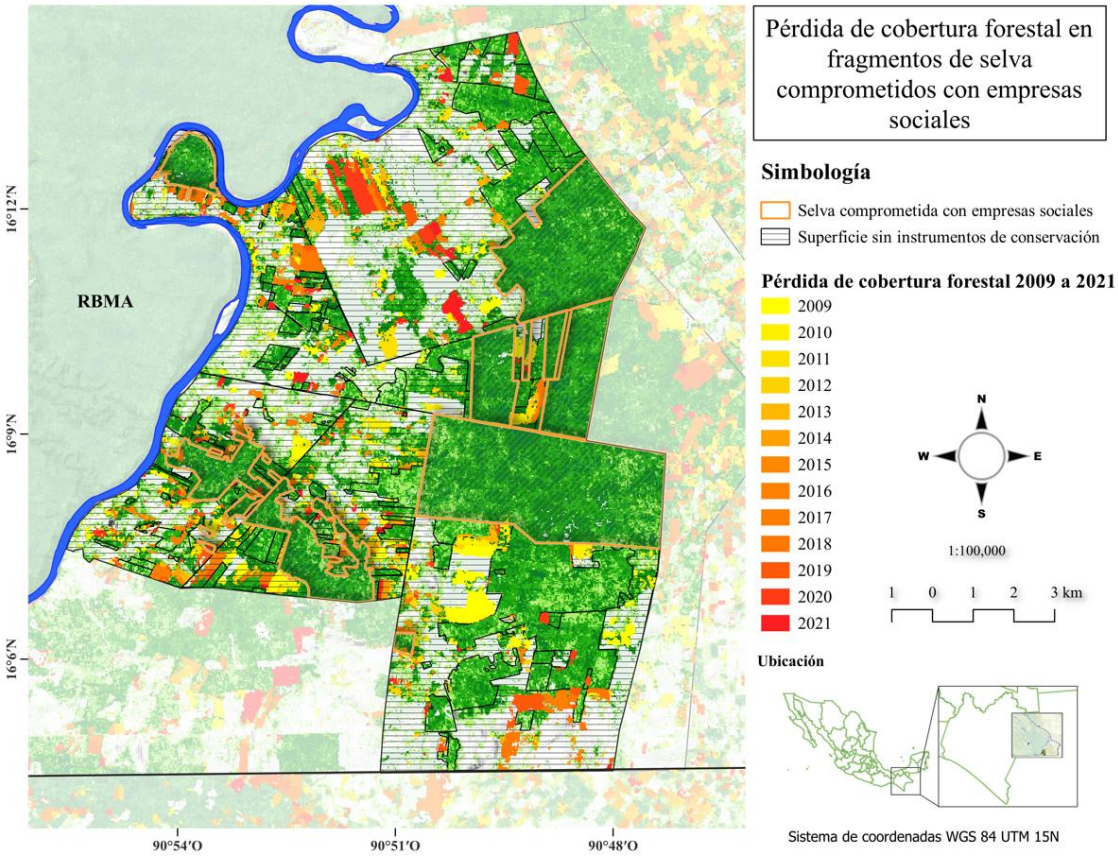


Figura 186. Pérdida de cobertura forestal en los fragmentos de selva comprometidos con empresas sociales y en la superficie sin instrumentos de conservación de los ejidos en los que se encuentran.

En todos los casos evaluados, las tasas de deforestación son mucho mayores en los sitios sin instrumentos de conservación, así como la magnitud de las pérdidas netas. Los

fragmentos sin instrumentos se han reducido considerablemente y con este ritmo de pérdida podrían desaparecer en un periodo corto de tiempo. Los fragmentos de selva que se mantienen en pie, fuera de los polígonos comprometidos con las empresas, en su mayoría se encuentra en un esquema de Pago por Servicios Ambientales.

VI. Utilizando el mapa de referencia de la conectividad potencial (punto 3.1), analizar la viabilidad de extender la experiencia a nivel municipal para proponer las bases de un plan de desarrollo municipal sustentable.

Bases para un Plan de Desarrollo Sustentable para el municipio de Marqués de Comillas

Breve historia y condiciones actuales de vida del municipio

El municipio Marqués de Comillas, legalmente fundado en 1999, es un territorio que se fue poblando desde la década de los años setenta, como resultado del fomento de colonización encauzado por el gobierno de la República para la ocupación de la frontera sur del país.

Sus primeras poblaciones, asentadas en el margen del río Lacantún, único acceso en su momento a la selva virgen inhabitada, fueron Zamora Pico de Oro, Playón de la Gloria, Galacia, Boca de Chajul y Quiringüicharo. Paulatina e ininterrumpidamente, durante los años setenta y ochenta, los terrenos federales se fueron repartiendo, desde las orillas del río Lacantún hasta la frontera con Guatemala, conformando los 26 ejidos actuales del municipio; el más reciente fue Santa Martha El Caracol fundado en 2004 con personas provenientes de un reacomodo de asentamientos irregulares dentro de la Reserva de la Biosfera Montes Azules.

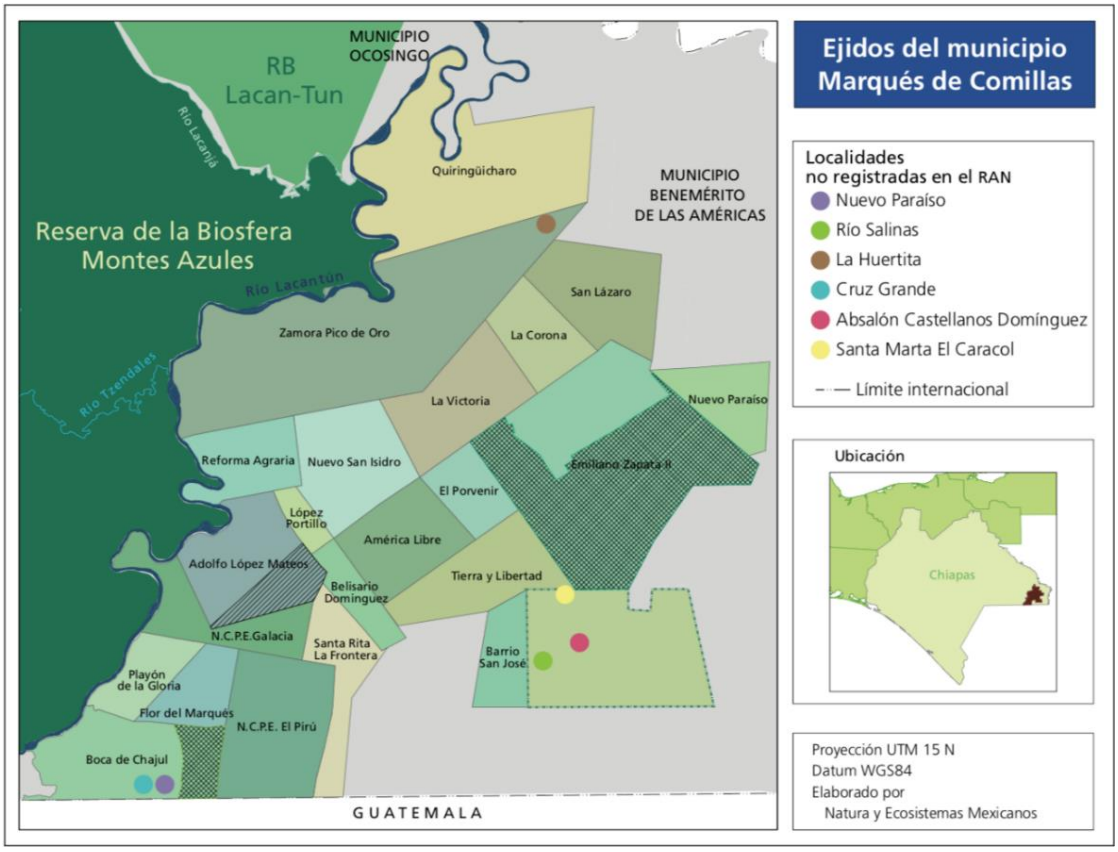


Figura 187. Ejidos del municipio Marqués de Comillas.

El origen de la población del municipio es de muy diferentes zonas, de otras regiones de Chiapas e incluso de otros estados de la República; algunos llegaron de La Trinitaria o de los altos de Chiapas, otros de Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Tabasco, por solo dar algunos ejemplos. Por ello, aunque la población del municipio se considera 34% indígena, ningún asentamiento es pueblo originario, se trata de indígenas o mestizos migrantes.

Por esta razón, los sistemas productivos que fueron implementados desde un inicio en estas tierras no corresponden a los de las zonas del trópico húmedo. La roza, tumba y quema, ejecutada con el trabajo de los ejidatarios y sus hijos varones para establecer cultivos agrícolas, principalmente maíz, fue el sistema productivo dominante y el sustento de vida de las familias durante las primeras décadas después de la colonización.

Fue en el año 2000 cuando la carretera, construida durante casi dos décadas, finalmente conectó Comitán con Palenque, pasando por Marqués de Comillas. Esta comunicación vía la carretera facilitó la comercialización de productos con el exterior y la zona se volvió eminentemente ganadera y productora de algunos cultivos comerciales como el chile jalapeño y, más recientemente, la palma africana.

Todos los sistemas productivos que se han fomentado, ya sea mediante subsidios gubernamentales o por mercados abusivos que basan la comercialización en “coyotes” (intermediarios), han carecido de asistencia técnica y acompañamiento. El resultado ha sido una alta ineficiencia, baja productividad, deterioro ambiental agudo, abandono y

pobreza. Lo que se mantiene es la ganadería, la palma de aceite y los cultivos de maíz, principalmente para el autoconsumo.

El municipio tiene 12,892 habitantes (Inegi 2020). Aunque su tasa de crecimiento (2.06%) no es tan alta como la de otras poblaciones rurales marginadas, es mucho mayor que la del país e incluso que la de Chiapas. El 42% de los habitantes se concentran en solo 3 ejidos: Zamora Pico de Oro (la cabecera municipal), Emiliano Zapata y Quiringüicharo; la población indígena, a su vez, se encuentra principalmente en Barrio San José, América Libre, Tierra y Libertad, Belisario Domínguez y Emiliano Zapata (tabla 23). En general, las poblaciones con mayor número de habitantes de origen indígena presentan las mayores tasas de crecimiento poblacional (Izquierdo-Tort 2022).

Según la tenencia de la tierra la población está dividida en ejidatarios, quienes tienen derecho a la tierra y sus familias, y avecindados, quienes adquieren derecho a vivir en los centros de población, tener un solar, pero no tienen acceso a trabajar la tierra, a menos que la renten. El Censo (Inegi 2020) registra 1,908 ejidatarios y 493 avecindados, es decir, hay una relación cercana de un avecindado por cada 4 ejidatarios, lo cual genera relaciones muy complejas en los ejidos por las desigualdades económicas y de derechos que tienen estos últimos con respecto a los primeros. El 80% de los avecindados se concentran en los ejidos de Zamora Pico de Oro, Quiringüicharo, Santa Rita y López Mateos (tabla 23).

Tabla 23. Población y uso de suelo por ejido.

Ejido	Fecha de fundación	Población 2020 (*)	Tasa crecimiento 2000 a 2020 (****)	Población indígena 2020 (*)	Número ejidatarios	Número de avecindados	% avecindados	Hectáreas por ejido	Promedio hectáreas por ejidatario	Hectáreas con selva (**)	% remanente de selva	% perdida selva 2019 - 2021	Superficie parcelada (has.)	Otros usos (has.)	Apoyo ($MXN /año) para el bienestar por localidad (***)	% apoyos por localidad (*)	Apoyo por ejidatario	Promedio ingresos familia ($MXN /año)(****)	Apoyos para la ganadería promedio 2015-2016-2018
REFORMA AGRARIA	1980	160	0.74%	20%	39	1	2.6	2,001	51	1604	80	-1.5	785	397	572,740	2.5	14686		148,917
EL PIRÚ	1980	207	3.81%	13%	51	1	2.0	4,984	98	3005	60	-0.8	3,234	1,979	316,800	1.4	6212	60	112,717
BOCA DE CHAJUL	1976	385	-0.73%	7%	145	8	5.5	3,810	26	2028	53	-3.0	3,637	1,782	2,226,572	9.6	15356	104	284,627
GALACIA	1975	232	2.71%	0%	53	13	24.5	2,664	50	1280	48	-5.0	1,425	1,384	697,442	3.0	13159		92,710
FLOR DE MARQUES	1984	201	2.44%	6%	25	4	16.0	1779	71	834	47	-5.1	7	50		0.0	0	40	44,383
LICENCIADO ADOLFO LÓPEZ MATEOS	1979	281	-0.36%	26%	57	39	68.4	4,360	76	1666	38	-9.7	2,036	1,346	267,776	1.2	4698	75.5	162,313
PLAYÓN DE LA GLORIA	1974	210	0.10%	14%	62	3	4.8	1,739	28	605	35	-7.0	1,384	1,134	280,200	1.2	4519	47	117,800
LA CORONA	1985	330	2.61%	20%	54	2	3.7	2,251	42	1349	60	-3.4	1,593	902	609,200	2.6	11281		99,200
SANTA RITA LA FRONTERA	1985	220	9.47%	17%	55	45	81.8	2,402	44	1140	47	-4.7	41	1,262		0.0	0	68.6	0
EMILIANO ZAPATA I	1982	1490	2.89%	73%	130		0.0	13,286	29	6292	47	-8.0	nd	6,994	1,550,400	6.7	11926		119,283
SAN LÁZARO	1985	424	1.05%	9%	78	10	12.8	3,769	48	1606	43	-14.3	1,757	2,163	451,200	2.0	5785		132,400
TIERRA Y LIBERTAD	1978	719	4.33%	80%	139		0.0	3,137	23	1277	41	-4.2	3,075	1,860	911,000	3.9	6554		12,467
SAN ISIDRO	1980	814	2.20%	37%	93	18	19.4	3,950	42	1510	38	-5.4	2,925	2,440	1,064,400	4.6	11445		99,150
LA VICTORIA	1984	377	0.71%	4%	75	15	20.0	3,349	45	1202	36	-11.4	2,492	2,147	808,800	3.5	10784		76,800
AMÉRICA LIBRE	1979	674	1.82%	85%	89	8	9.0	3,219	36	744	23	-10.0	3,172	2,475	2,910,776	12.6	32705		311,733
QUIRINGUICHARO	1977	1268	0.97%	7%	178	88	49.4	9,175	52	1931	21	-14.4	7,927	7,244		6.9		65	445,557

ZAMORA PICO DE ORO	1973	2769	2.24%	16.00%	304	226	74.3	13,919	46	2408	17	-17.6	12,081	11,511	2,842,252	12.3	9350		764,633
BARRIO SAN JOSÉ	nd	556	2.72%	85%	92		0.0	2,502	27	621	25	-1.4	nd	1,881	869,600	3.8	9452		5,000
EL PORVENIR	1986	362	1.89%	8%	70		0.0	1,670	24	116	7	-3.4	1,629	1,554	475,600	2.1	6794		42,150
DOCTOR BELISARIO DOMÍNGUEZ	1982	298	1.46%	74%	49		0.0	1,281	26	306	24	-16.3	1,057	975	593,050	2.6	12103		97,967
NUEVO PARAÍSO	1984	227	1.80%	8%	35	12	34.3	1,265	36	365	29	-0.2	1,081	900	288,000	1.2	8229		20,150
ABSALÓN CASTELLANOS DOMÍNGUEZ	nd	215	8.77%	68%				nd		1109		-6.3	nd		1,332,200	5.8			6,333
RIO SALINACRUZ	1990	161	-0.95%	17%	nd			nd		1213		-9.6	nd		172,900	0.7			7,583
SANTA MARTA EL CARACOL	2004	149	n.d.	25%				nd		412		-2.5	nd			0.0			0
JOSÉ LÓPEZ PORTILLO	1982	143	3.94%	57%	35		0.0	644	18	119	18	-19.7	629	525	256,200	1.1	7320		52,033
CRUZ GRANDE	nd	19	n.d.	53%				nd					nd		0	0.0			0
TOTAL MUNICIPIO	**1999**	**12892**	**2.06%**	**34.50%**	**1908**	**493**	**3.8**	**98442**	**52**	**37565**	**38.2**	**-7.7**	**51,967**	**60,877**	**23,133,008**		**12124**		**3,255,907**

(*) Censo de Población (Inegi 2020)

(**) Villeda-Chávez y Troche-Souza 2021

(**) Listados de Beneficiarios de la Representación Estatal de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) en el Estado de Chiapas (SADER 2021)

(****) Izquierdo-Tort 2022

En el municipio habitan 4,900 personas menores de 15 años, quienes demandarán ingresos y empleo en pocos años. De la población entre 15 y 64 años (7,425 personas) (tabla 24) sólo 1,908 son ejidatarios con acceso a la tierra y a los subsidios agropecuarios; el resto, casi 3,700 mujeres y cerca de 1,800 hombres, no tienen acceso a los ingresos agropecuarios y tampoco tienen fuentes de empleo ni trabajo remunerado, salvo los que se contratan como jornaleros.

Tabla 24. Datos de población 2020 y proyección de crecimiento a 2030 del municipio (Izquierdo-Tort 2022).

		Composición población por edad			**PEA**	**Población total**	**No. hogares**	**No. personas por hogar**
		<15	15-64	>64				
2020	%	38	58	4				
	No.	4900	7425	567	4835	12892	2897	4.5
2030	%	30	64	5				
	No.	4741	10114	790	6622	15803	4118	3.8

Los ejidatarios de esta región, a diferencia de la mayoría de los ejidatarios nacionales, tienen un promedio de 50 hectáreas cada uno (tabla 23). Aunque, si bien en el origen ésta era la característica del municipio, en los últimos años se ha presentado un importante acaparamiento de la tierra por algunos ejidatarios que han tenido acceso a ingresos poco trasparentes o por actores externos que han encontrado en esta región un mercado fácil de adquisición de tierras. La compraventa de parcelas en los ejidos es una práctica lícita desde la reforma al artículo 27 constitucional de 1992 y está claramente regulada en la Ley Agraria; entre otros requisitos se encuentra el que la transacción sea sometida a la Asamblea ejidal y aprobada. Sin embargo, en esta zona, los procedimientos legales no se cumplen; la Asamblea es enterada y solo ratifica la operación. El propósito de la norma de que sea la Asamblea quien tome la decisión es para evitar que el colectivo pierda control de las decisiones sobre su territorio y elija si es o no su voluntad el ingreso de nuevas personas como ejidatarios y pueda juzgar quiénes son. Esta violación *de facto* a la Ley provoca cambios muy importantes en los ejidos, como son: inclusión de ejidatarios que acaparan tierras y las dedican a la ganadería, lo cual acelera la deforestación; pérdida de cohesión social en la comunidad; trastocamiento de los mecanismos de gobernanza, pues en muchas ocasiones estos acaparadores no viven en los ejidos y el quórum de las Asambleas no se alcanza (esto es particularmente grave en Pico de Oro, la cabecera municipal).

Los procesos de desigualdad local, no medidos en la estadística nacional, se van haciendo cada vez más notorios. Se expresa en algunas pocas viviendas ostentosas y vehículos de lujo en contraste con la mayoría de las viviendas de madera o bloc y lámina pero muy precarias. Los programas de gobierno han introducido paulatinamente subsidios para la mejora de la

vivienda, y la gran mayoría cuenta con piso firme y electricidad, pero muy pocas con agua potable entubada hasta el hogar y ninguna con drenaje.

La situación de salud es extremadamente precaria. La clínica de la cabecera municipal esta desabastecida y con personal completamente insuficiente y las de segundo nivel en algunos ejidos no cuentan con médicos o, incluso, están cerradas. Las personas gastan la mayor parte de sus ingresos en la atención a la salud privada y de pésima calidad y, peor aún, venden sus tierras para hacer frente a sus recurrentes enfermedades incrementando su condición de pobreza.

La educación ha avanzado significativamente en cuanto a cobertura, pero no así en calidad. Todos los ejidos cuentan con primaria (25 en total); 10 con secundaria y solo 2 con preparatoria (Zamora Pico de Oro y Boca de Chajul). Los maestros son enviados a trabajar a esta área como un castigo ante conductas indebidas y no permanecen en la zona, salvo algunas excepciones notables. El constante recambio y las faltas del personal docente, descontrola fuertemente a los escolares y a la vida misma el ejido. La mayoría de las escuelas tiene grupos únicos en primaria, con un solo maestro, ya sea 1°, 2°, 3° con un maestro y 4°, 5°, 6° con otro; incluso muchas juntan a todos los grupos con un solo maestro, en profundo detrimento de la calidad de la enseñanza. Con la cooperación de Natura y Ecosistemas Mexicanos y Únete se instalaron aulas de medio en 11 escuelas, para compensar la mala calidad escolar, sin embargo, su operación eficiente y mantenimiento es un reto difícil y caro de mantener, ya que requiere de mucho y constante acompañamiento.

La baja escolaridad, la falta de opciones de futuro y el incremento del crimen organizado en la zona vinculado a la frontera con Guatemala, ha provocado que muchos jóvenes incurran en ilícitos, formen bandas delictivas o migren. Pocos son los jóvenes que se forman profesionalmente y regresan a sus comunidades para trabajar.

Uso de suelo

Las 98,442 hectáreas que forman el municipio (descontando superficie ocupada por cuerpos de agua) estaban cubiertas, en su totalidad, tan solo hace 5 décadas, por la selva tropical húmeda, la más biodiversa que se conoce en la región de Mesoamérica. La deforestación, fluctuante en el tiempo según diversos factores, ha llegado a trasformar 62% del territorio. Cerca de 14% de la superficie transformada se ha abandonado y es hoy vegetación secundaria, también importante para la biodiversidad y conectividad ecológica. En total, entre la vegetación primaria de selva y la secundaria, se cuenta con casi 50 mil hectáreas con cobertura vegetal que alberga a una muy importante biodiversidad y aporta servicios ecosistémicos indispensables para el bienestar de la población como son: la aportación de agua dulce, producción de nutrientes, polinizadores de los cultivos, control de plagas, captura de carbono y, por supuesto producción de oxígeno, entre muchos otros.

Esa cobertura vegetal constituye, además, un corredor estratégico para la conectividad biológica y ecológica de la región, ya que vincula la Reserva de la Biosfera Montes Azules

con zonas de la selva guatemalteca. En estos corredores se ha detectado mediante el monitoreo de fauna, la presencia de poblaciones de mamíferos mayores, mismos que circulan por el territorio de la RBMA (Arroyo-Gerala 2022). En la figura 188 se muestran los corredores potenciales que favorecen la conectividad resultante del análisis de conectividad presentado anteriormente en la acción 3.1.

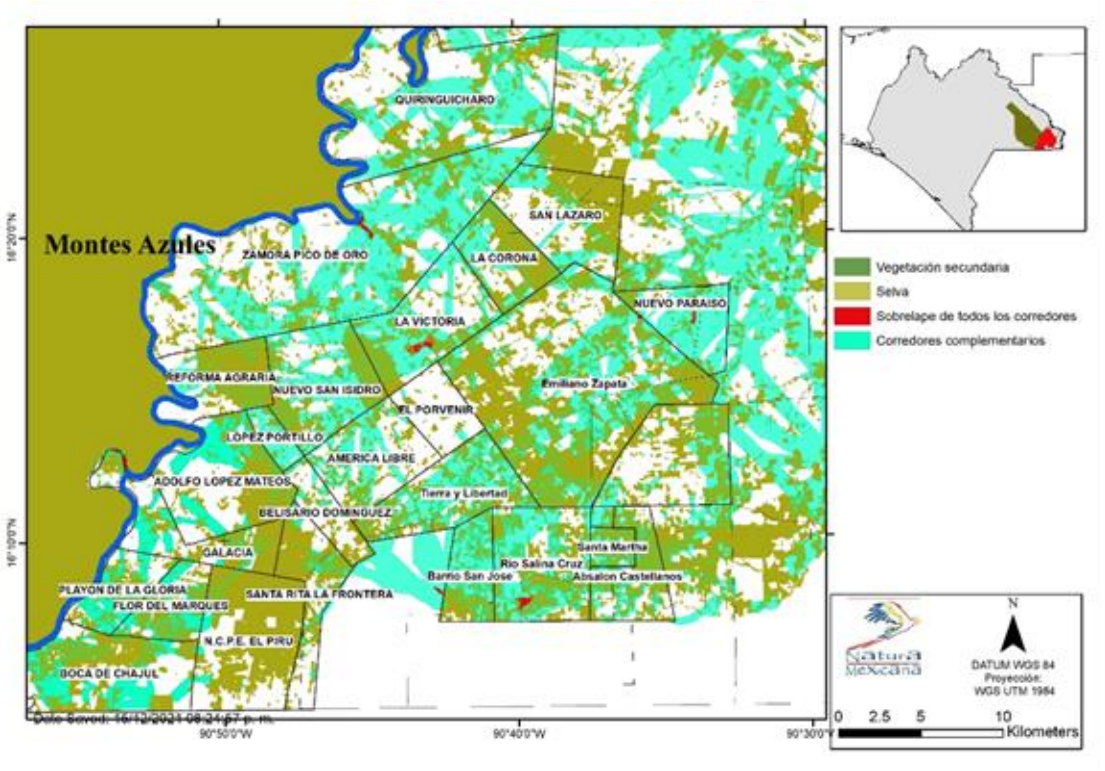


Figura 188. Mapa con la sobreposición de los corredores potenciales de las cinco especies analizadas en este estudio para la región de Marqués de Comillas.

El 48% de la superficie del municipio (47 mil hectáreas) está dedicada principalmente a la ganadería (42,748 ha) y, en menor cantidad, a la palma africana (3,117 ha); a la agricultura sólo se destinan 1,236 ha (tabla 25).

Tabla 25. Cobertura y uso de suelo en el municipio Marqués de Comillas. Fuente: Elaboración propia con datos de Villeda-Chávez y Troche-Souza (2021).

Cobertura y uso de suelo	Área en 2021 (ha)	Porcentaje
Pastizal	42,748.5	43.4%
Agrícola	1,236.8	1.3%
Vegetación Secundaria	14,174.4	14.4%
Selva	34,675.8	35.2%
Cuerpos de agua	1,132.4	1.2%
Infraestructura antrópica	1,085.3	1.1%

Sin vegetación	271.8	0.3%
Cultivo de palma	3,117.1	3.2%
TOTAL	**98,442.1**[1]	**100%**

Este uso del suelo refleja el nulo interés que ha tenido el gobierno federal y estatal en la conservación de la biodiversidad de esta zona. Los ejidatarios han quedado a su suerte para producir con el solo apoyo de la mano de obra familiar, sin tecnología ni asistencia técnica. A esta situación se suma la falta de conocimiento tradicional sobre el uso de los recursos tropicales, ya que, como se dijo anteriormente, la población es migrante de regiones no tropicales. Por décadas, los escasos recursos económicos de subsidio productivo para esta región se destinaron a las actividades agropecuarias (aproximadamente 35 millones de pesos anuales, en pesos de 2020/21). Fue sólo hasta la última década que el gobierno destinó apoyos para la conservación de la biodiversidad mediante el programa de Pago por Servicios Ambientales (en promedio 10 millones de pesos anuales) (tabla 26).

Tabla 26. Apoyos a la producción y conservación en Marqués de Comillas (SADER 2021, Conafor 2022).

	($MXN /año)			
Nombre del programa	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Sembrando Vida	-	96,440,000	102,625,000	112,240,000
Progan *	3,255,907	-	-	-
Apoyo productivo bienestar	-	-	-	23,133,008
PSA	10,000,000	10,000,000	10,000,000	10,000,000

*Incluye 2015-2016 y 2018

Desde el inicio del programa de Pago por Servicio Ambientales de la Conafor, acompañado y promovido por Natura y Ecosistemas Mexicanos, la deforestación en los territorios en dónde se aplica ha disminuido notablemente. Además, esta tendencia se refuerza en aquellos ejidos en los que se han fomentado empresas sociales sustentables con recursos de financiación externa y a fondo perdido. Se trata de 5 empresas en sendos ejidos: el Hotel Canto de la Selva en el ejido Galacia; el Campamento Tamandua en el ejido Flor del Marqués; el Centro Ecoturístico de actividades de aventura Selvaje en el ejido El Pirú; la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (mariposas) La Casa del Morpho en el ejido Playón de la Gloria, y el Restaurante Bellavista en el ejido López Mateos. Estas 5

[1] Bajo diferentes metodologías de análisis de percepción remota la superficie del municipio varía. Ni las resultantes de dichos análisis, ni las provenientes de fuentes oficiales (Registro Agrario Nacional e Inegi) coinciden. Para las superficies de las zonas de incidencia se utilizan datos generados por Natura y Ecosistemas Mexicanos.

empresas de ejidatarios dueños de selva, han comprometido, mediante sus estatutos, la conservación de cerca de 4 mil hectáreas de selva.

Los ingresos a partir de estas empresas, reforzados por el subsidio proveniente del programa PSA, compiten favorablemente con el costo de oportunidad del cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias, por lo que disminuye la deforestación. Además, estas empresas sociales generan empleos adicionales en los ejidos, los cuales están siendo ocupados por mujeres y jóvenes que no tienen acceso a la tierra de sus padres o esposos. Esto es un dato muy importante debido a la gran cantidad de población no ejidataria que no tiene ingresos por acceso a la tierra como se comentó anteriormente (cerca de 5.5 mil personas).

Esta estrategia de manejo sustentable de la selva se suma a la implementación de la restauración ecológica en riberas de ríos y arroyos, para revertir el deterioro de estos ecosistemas acuáticos y fomentar corredores biológicos que unen a los remanentes de selva. Las áreas que se restauran con estas acciones, además de su función ecológica, también generan empleos.

El conjunto de estas acciones está conformando una estrategia de conectividad para el manejo integral del paisaje que ha ido alcanzando aceptación y generando consensos en las comunidades. Un número creciente de ejidos ha manifestado su interés por ingresar al programa de PSA, de implementar acciones de restauración y de promover actividades ecoturísticas.

Sin embargo, a la fecha, el flujo económico que estas actividades en conjunto generan es insuficiente para que la población en su conjunto salga de la línea de pobreza. Todos los ejidos están en condición de pobreza en distintos niveles: 1 ejido en muy alta, 3 en alta, 17 en media, 5 en baja y 1 en muy baja. Esta situación requiere de fortalecer los procesos de transformación hacia la sustentabilidad que mejore las condiciones de productividad, diversifique los sistemas productivos y aumente los ingresos y empleos. El modelo que se ha venido construyendo en los ejidos, acompañado por Natura y Ecosistemas Mexicanos ha mostrado ser una alternativa viable.

Escenario para la sustentabilidad del desarrollo en Marqués de Comillas

Los objetivos que deben guiar la planeación del desarrollo sustentable en el Municipio Marqués de Comillas son:

- garantizar la conservación de los ecosistemas naturales remanentes
- garantizar la conectividad del paisaje
- detener y revertir las tendencias de degradación ambiental
- diversificar la producción con sistemas productivos sustentables
- incorporar al empleo a las mujeres, jóvenes y campesinos sin tierra
- fortalecer las capacidades de toda la población dirigida a las necesidades específicas de cada grupo de actores

- alcanzar el bienestar social con acceso a la salud y educación
- fortalecer los mecanismos de gobernanza, en el marco legal vigente, con mecanismos locales adecuados a las condiciones del municipio

A partir de la experiencia generada por Natura y Ecosistemas Mexicanos en los estudios realizados a nivel municipal, con el acopio y sistematización de información estadística y bibliográfica y la ejecución de acciones en diversos ejidos, se propone el siguiente escenario para la sustentabilidad del desarrollo en el municipio y se expresan los supuestos y amenazas para lograrlo.

Se trabajó con el escenario de crecimiento poblacional moderado que arroja la proyección para 2030 de una población de: 15,803 personas en el municipio, de las cuales 4,741 serán menores de 15 años (30%), 10,114 entre 15 y 64 años (64%) y 790 (5%) mayores de 64 años. Estas personas formarán 4,118 hogares con un promedio de 3.8 personas por hogar. Se estima que la población económicamente activa será de 6,622 personas (ver Anexo 3.5.1_2022-6 y tabla 23).

Para calcular los ingresos necesarios para superar la línea de pobreza se utilizó la información que generó Coneval actualizada a febrero de 2022 (datos con base a pesos corrientes de 2022). Además, se acopió la información estadística generada por el gobierno y disponible en las siguientes bases de datos: microdatos del Censo de Población (Inegi 2020), beneficiarios del Programa Sembrando Vida (Secretaría del Bienestar, 2022), padrón de beneficiarios de los programas de apoyo agropecuarios (Programa de Fomento Ganadero y Programa de producción para el bienestar) (Sader 2022) y el Listado de Beneficiarios de la Representación Estatal de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural en el Estado de Chiapas (Sader 2021).

La información de uso de suelo se obtuvo del estudio realizado por Villeda-Chávez y Troche-Souza (2021).

Los supuestos que se quieren alcanzar para la sustentabilidad del desarrollo, en correspondencia con los objetivos señalados son:

Cero deforestación. La selva primaria y vegetación secundaria (48,850 hectáreas) se conserva.

Superación de la línea de pobreza de toda la población. Los ingresos mínimos anuales por persona para superar la línea de pobreza deberían ser de $34,050 (considerando a todos los habitantes), o expresado de otra forma, de $129,393 por hogar, considerando que cada hogar tiene un promedio de 3.8 personas (pesos corrientes 2022) (tabla 27) (Coneval 2022).

Flujo económico total en el municipio para la superación de la pobreza de toda su población. Considerando una población de 15,803 personas o 4,118 hogares en el año 2030, con ingresos

al menos que superen la línea de pobreza, se necesitaría un flujo económico en el municipio que genere cerca de $540 millones de pesos (corrientes 2022) (tabla 27).

Tabla 27. Ingreso para la superación línea pobreza 2030 calculado por persona y por hogar.

Condición	*Ingreso al mes (MXN)*	*Ingreso al año (MXN)*	*Población 2030*	*Flujo económico municipio*	*Personas por hogar*	*Hogares*	*Flujo económico municipio*
Pobreza extrema	1,496	17,956	15,803	$283,765,621	3.8	4,118	$280,989,556
No pobreza	2,838	34,051	15,803	$538,105,425	3.8	4,118	$532,841,165

Alcanzar una vida digna sin carencias y con oportunidades. Para lograr este nivel de vida se asume que la población económicamente activa debe ingresar, al menos, dos salarios mínimos. El salario mínimo mensual (pesos corrientes 2022) se calcula en $5,275 y la PEA para 2030 de 6,622 personas, por lo que sería necesario generar un flujo económico de cerca de $840 millones de pesos anuales para el municipio (pesos corrientes 2022) (tabla 28).

Tabla 28. Ingreso para el bienestar.

	Ingreso mensual (MXN)	*Ingreso anual (MXN))*	
Salario mínimo	5,275	63,300	
2 Salarios mínimos	10,550	126,600	
	No.	1 salario (MXN)	2 salarios (MXN)
Hogares 2030	4,118	260,669,400	521,338,800
Población 15 a 64 al 2030	10,114	640,216,200	1,280,432,400
PEA 2030	6,622	419,172,600	838,345,200

Inclusión de mujeres, jóvenes y habitantes sin tierra al empleo

La población económicamente activa para 2030 se estima en 6,622 personas. Si mantenemos los datos actuales del número ejidatarios como constante (1,908, a falta de datos que permitan estimar los posibles cambios), se necesitará la generación de 4,714 empleos ya que dicha población no puede generar ingresos a partir del acceso a la tierra. Si además consideramos que casi la totalidad de mujeres no son ejidatarias, de estos empleos necesarios 3,311 personas son mujeres, es decir, 70% de los empleos debería estar orientados a las mujeres. Además, considerando la pirámide poblacional, 50% (2,357) de esos nuevos empleos sería ocupado por jóvenes.

Diversificación de las actividades productivas

Los sistemas productivos actuales no cumplen con los supuestos para alcanzar la sustentabilidad ya que provocan deforestación, son de baja rentabilidad, carecen de tecnologías apropiadas y emplean poca mano de obra. Existen alternativas productivas agropecuarias más eficientes, amigables con el medio ambiente y que requieren mayor empleo.

Las actividades ecoturísticas y de restauración han demostrado su efectividad y potencial en la generación de ingresos y nuevos empleos y en la conservación de los ecosistemas naturales.

A continuación se mencionan las actividades productivas sustentables, diversificadas, que mejoran la productividad y la sustentabilidad de uso de suelo, intensifican la mano de obra por hectárea e incrementan los ingresos por hectárea. Los datos monetarios están expresados en pesos corrientes de 2022. Dichas actividades se dividen en dos grupos: 1) las actividades productivas vinculadas a la tierra y 2) las actividades productivas vinculadas a los servicios.

<u>Actividades productivas e ingresos vinculados a la tenencia de la tierra (tabla 29).</u>

- Agricultura regenerativa. Se estima que esta actividad la pueden ejercer los ejidatarios en unidades de 5 hectáreas, que pueden emplear a 2 personas y a 100 jornales anuales. Cada hectárea puede dar una ganancia de 4,000 pesos. Dado que podrían destinarse al menos 1,500 hectáreas agrícolas, la ganancia total de esta actividad podría ser de cerca de 6 millones de pesos, generar 600 empleos y 30 mil jornales. Esta actividad en un inicio deberá ser subsidiada, pero en el largo plazo recupera su rentabilidad por incluir prácticas de recuperación de suelos.
- Ganadería sustentable. Esta actividad se puede llevar a cabo en unidades de 100 hectáreas que pueden generar 4 empleos cada una y 400 jornales anuales. Cada unidad puede generar una ganancia de 6,000 pesos por hectárea. Debido a que podría haber 40,000 hectáreas dedicadas a la ganadería se podría generar una ganancia de casi 240 millones de pesos, 1,600 empleos y 160,000 jornales.

- Manejo forestal sustentable. Se puede fomentar en unidades de 500 hectáreas y cada unidad puede generar 10 empleos y 5,000 jornales. Varios ejidos con cobertura forestal tienen potencial para esta actividad que puede alcanzar las 5,000 hectáreas. Se sugiere desarrollarse en 10 ejidos, que podrían generar 100 empleos, 50,000 jornales y una ganancia de 30 millones de pesos.
- Plantaciones forestales. En unidades de 20 hectáreas se pueden producir productos maderables y no maderables que requieren 2 empleos por unidad, 500 jornales anuales y generan cerca de 5 mil pesos por hectárea de ganancia. Se pueden implementar en 20 ejidos generando 50 empleos, 12,500 jornales y ganancias por 2.5 millones de pesos.
- Plantaciones agroforestales. En unidades de 20 hectáreas cada una se pueden producir plantas maderables y agrícolas perennes (cacao, vainilla, cardamomo, entre otros). Se puede implementar en 10 ejidos. Cada unidad genera 3 empleos y 500 jornales. Esta actividad puede aportar 75 empleos y 12,500 jornales con una ganancia de 2.5 millones de pesos.
- Plantaciones de palma africana. Existen 3,100 hectáreas plantadas para este cultivo. Con mejores prácticas productivas que disminuyan el uso de agroquímicos y mejoren la calidad del suelo podría generarse 30 empleos y 155,000 jornales, con una ganancia de 21.7 millones de pesos.
- Ingreso por selva conservada para los proyectos ecoturísticos. El uso de los terrenos con selva para las actividades ecoturísticas se puede desarrollar en 5 mil hectáreas. Cada hectárea puede recibir 1,000 pesos por lo que la ganancia puede ser de 5 millones de pesos.
- Protección mediante bonos de carbono. El instrumento de venta de bonos de carbono en el mercado puede implementarse en 20 mil hectáreas y tener una ganancia para los ejidatarios dueños de selva o vegetación secundaria de 40 millones de pesos, considerando que cada hectárea puede producir 2 mil pesos por venta de carbono.
- Protección mediante Pago por Servicios Ambientales. El programa de PSA de la Conafor, con pago de $2,000 por hectárea tiene potencial para aplicarse en 23.7 mil hectáreas, lo cual significaría un ingreso para los ejidatarios dueños de selva de 47.4 millones de pesos anuales.
- Restauración ecológica. Todos los ejidos tienen necesidad de restaurar ríos, arroyos y sitios estratégicos como claros antropogénicos para lograr la conectividad del paisaje. Cada hectárea requiere de 120 jornales anuales. Se puede implementar en todos los ejidos (26) para restaurar al menos 600 hectáreas, generando así 72,000 jornales.

Tabla 29. Ingresos y empleos vinculados al uso del suelo.

Actividad productiva	Has./unidad	Empleos/ unidad	Jornales/ unidad	Total de has.	Total de empleo	Total jornales	Ganancia por has	Ganancia total	Flujo económico (ganancia + empleo)
Agricultura regenerativa	5	2	100	1,500	600	30,000	4,000	6,000,000	49,980,000.00
Ganadería sustentable	100	4	400	40,000	1,600	160,000	6,000	240,000,000	387,278,000.00
Manejo forestal sustentable	500	10	5,000	5,000	100	50,000	6,000	30,000,000	46,330,000.00
Renta tierra ecoturismo	-	-	-	5,000	-	-	1,000	5,000,000	5,000,000.00
Restauración ambiental	-	-	120	600	-	72,000	-	-	14,400,000.00
PSA	-	-	-	23,700	-	-	2,000	47,400,000	47,400,000.00
Bonos carbono	-	-	-	20,000	-	-	2,000	40,000,000	40,000,000.00
Plantaciones forestales	20	2	500	500	50	12,500	5,000	2,500,000	8,165,000.00
Plantaciones agroforestales	20	3	500	500	75	12,500	5,000	2,500,000	9,494,300.00
Palma africana	10	1	500	3,100	310	155,000	7,000	21,700,000	72,323,000.00
TOTAL								**395,100,000**	**680,370,300.00**

Actividades productivas vinculadas a los servicios (tabla 30)

- Hoteles. Puede haber demanda para ocupar 4 hoteles por las personas externas que trabajan en la región (por ejemplo, funcionarios, comerciantes, políticos). Cada hotel puede generar 10 empleos y una ganancia anual de 100 mil pesos. Esta actividad puede aportar 40 empleos y 400 mil pesos de ganancia.
- Empresas sociales ecoturísticas. Los ejidos que mantienen extensiones importantes de selva y tienen acceso a caminos aceptables pueden desarrollar actividades ecoturísticas. Al menos 10 ejidos están en esa condición. Esta actividad puede generar al menos 150 empleos y 1,000 jornales, con ganancias por cerca de 4 millones de pesos.

- Restaurantes. La demanda de restaurantes asociada a las personas que trabajan en la zona, a los habitantes con mayores ingresos y a turistas puede mantener 10 restaurantes, que generen 80 empleos y ganancias por 2.4 millones de pesos.
- Museos. Pueden implementarse en 3 ejidos de mayor acceso y población. Pueden generar 12 empleos y ganancias por 60 mil pesos.
- Bancos. Este servicio es necesario en sitios de mayor acceso y población. Pueden instalarse en 2 ejidos y generar 10 empleos.
- Gasolineras. El establecimiento de gasolineras formales puede hacerse en 3 ejidos, generando al menos 12 empleos y ganancias por 1 millón de pesos.
- Cines. En 2 ejidos accesibles y poblados pueden implementarse cines que generen 10 empleos y 200 mil pesos de ganancia.
- Lavanderías. El incremento de la población laboral, del turismo y de agentes externos que tienen actividades en la zona, podría demandar lavanderías en al menos 3 ejidos que empleen a 12 personas y generen ganancias por 360 mil pesos.
- Tiendas de alimentos. En los ejidos más poblados (al menos en 20) se requieren tiendas de alimentos y abarrotes que pueden generar 80 empleos y ganancias por 4.8 millones de pesos.
- Tiendas de ropa. Igualmente en 20 ejidos podría haber demanda para compra de ropa que puede generar 30 empleos y ganancias por 2.4 millones de pesos.
- Sistema de recolección de basura, de residuos peligrosos y de recolección de desechos reciclables. Estas actividades de obligación municipal pueden generar 30 empleos y 2,000 jornales.
- Mantenimiento de caminos. El mantenimiento de caminos puede generar 3,600 jornales anuales
- Trasportadora. La demanda de turismo y de bienes de consumo puede promover la creación de al menos 5 empresas transportadoras, generando 40 empleos y ganancias por 1.2 millones de pesos anuales.
- Talleres de carpintería. Las plantaciones y el manejo forestal sustentable requieren de talleres de carpintería para añadir el valor agregado al producto. Pueden establecerse 3 talleres generando 30 empleos y ganancias por 300 mil pesos anuales.
- Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Las UMA intensivas para la producción de carne pueden estar asociadas a los restaurantes. Se pueden implementar al menos 10 generando 20 empleos y ganancias por 200 mil pesos.
- Talleres mecánicos y construcción. Pueden generar 350 empleos y 15 mil jornales.

Tabla 30. Ingresos y empleos vinculados a los servicios.

Servicios	No. de unidades	Empleo	Jornales	Total empleos	Total jornales	Ganancia por negocio	Ganancia total	Flujo económico
Hotel	4	10		40		100,000	400,000	2,932,000.00
Hoteles ecoturísticos	10	15	100	150	1,000	400,000	4,000,000	13,695,000.00
Gasolinera	3	4		12	-	360,000	1,080,000	1,839,600.00
Banco	2	5		10	-	-	-	633,000.00
Cine	2	5		10	-	100,000	200,000	833,000.00
Museo	3	4		12	-	20,000	60,000	819,600.00
Restaurante	10	8		80	-	240,000	2,400,000	7,464,000.00
Lavandería	3	4		12	-	120,000	360,000	1,119,600.00
Tienda de alimentos, abarrotes	20	4	-	80	-	240,000	4,800,000	9,864,000.00
Tienda de ropa	10	3	-	30	-	240,000	2,400,000	4,299,000.00
Sistema de recolección basura	1	10	1,000	10	1,000	-	0	833,000.00
Sist. recolección residuos peligrosos	1	10	-	10	-	-	0	633,000.00
Sist. Recolección reciclados	1	10	1,000	10	1,000	-	0	833,000.00
Mtto. de caminos			3,600	0	3,600	-	0	720,000.00
Transportadora	5	8	-	40	-	240,000	1,200,000	3,732,000.00
Taller valor agregado madera	3	10	-	30	-	100,000	300,000	2,199,000.00
UMA	10	2		20		20,000	200,000	1,466,000.00
Talleres mecánicos	10	5	700	50	7,000	-	-	4,565,000.00
Construcción	60	5	100	300	6,000	-	-	20,190,000.00
TOTAL							**17,400,000**	**78,669,800.00**

Distribución del uso del suelo entre las actividades productivas sustentables y la conservación

El conjunto de las actividades económicas vinculadas a la tierra y a las acciones de conservación llevaría a un uso de la tierra en el que 49.3 mil hectáreas (un poco más de 50% del territorio) estarían con cobertura vegetal original o secundaria bajo los instrumentos de: manejo forestal sustentable, conservación por ecoturismo, Pago por Servicios Ambientales y bonos de carbono y restauración ecológica; 1,000 ha con cobertura vegetal producto de las plantaciones forestales o sistemas agroforestales; 3,100 ha de plantaciones de palma; 1,500 ha bajo agricultura regenerativa, y 40,000 ha en ganadería sustentable (tabla 29).

Integración de los flujos económicos en el municipio vs necesidades

El conjunto de las actividades productivas vinculadas a la tierra puede generar un flujo económico en el municipio de 680 millones de pesos, generar 2,795 empleos y 498 mil jornales.

El conjunto de actividades productivas vinculadas a los servicios puede generar 906 empleos, 19,600 jornales y ganancias de 17.4 millones de pesos, es decir un flujo económico de 78.7 millones de pesos.

Como se explicó anteriormente, un salario mínimo de 5,275 pesos mensuales por empleo y 200 pesos el jornal implicaría que por el trabajo vinculado a las actividades productivas de la tierra se generarían 276.6 millones de pesos y 61 millones de pesos vinculados a las actividades de servicios; es decir un total de 338 millones de pesos.

La ganancia de las actividades productivas vinculadas a la tierra y a los servicios generaría 421.5 millones de pesos.

El flujo económico total del municipio arrojaría 760 millones de pesos con actividades sustentables. En el apartado de ingresos mínimos para la superación de la línea de pobreza se definió que el municipio requiere 540 millones de pesos para lograr que toda su población viva en condiciones sin pobreza y 840 millones para lograr un nivel de vida sin carencias y mejores oportunidades (es decir 2 salarios mínimos por hogar). Podemos desprender hasta aquí una primera conclusión:

Conclusión 1: el municipio puede lograr al 2030, al menos, la superación de la línea de pobreza de toda su población, e incluso niveles más altos de bienestar, así como mantener sus ecosistemas naturales, mediante acciones de conservación y actividades ecoturísticas; recuperar sus cuerpos de agua mediante la restauración de las riberas de sus ríos y arroyos y zonas críticas y producir de manera sustentable mediante la ganadería sustentable, agricultura regenerativa, palma africana con criterios de sustentabilidad, plantaciones forestales, sistemas agroforestales, actividades ecoturísticas y desarrollando servicios en los asentamientos humanos y cabecera municipal.

Por Población Económicamente Activa (PEA)

Como se mencionó anteriormente la población económicamente activa en 2030 se estima en 6,622 personas. De ellas 1,908 personas son ejidatarios con acceso a la tierra.

Partiendo de un primer supuesto: 1) la ganancia lograda por las actividades vinculadas a la tierra es de 395 millones de pesos anuales y 2) existen 1908 ejidatarios poseedores de la tierra.

Entonces se puede asumir que:

- 1,908 ejidatarios reciben la ganancia de 395 millones de pesos de las actividades productivas vinculadas a la tierra, lo que equivale a que cada ejidatario puede ingresar hasta 207 mil pesos por año en promedio, colocándolo en un nivel superior a 3 salarios mínimos anuales. Dicho de otra forma, casi el 30 % de la población que tiene acceso a la tierra, podría obtener, al menos, 3 salarios mínimos anuales.

Un segundo supuesto: 1) la PEA será de 6,622 personas; 2) para que dicha población ingrese al menos 1 salario mínimo se requiere generar 419 millones de pesos, u 838 millones para 2 salarios mínimos.

Entonces se puede asumir que:

- La ganancia por la actividad productiva, el empleo y los jornales pueden generar 719 millones de pesos, cifra más cercana a casi los 2 salarios mínimos.

Un tercer supuesto: 1) cada ejidatario constituye un hogar, 2) cada hogar está formado por 3.8 personas promedio 3) un hogar fuera de la línea de pobreza implica un ingreso superior a 129 mil pesos.

Entonces se puede asumir que:

- La ganancia de cada ejidatario por la actividad productiva es de 203 mil pesos, muy por encima de la línea de pobreza para toda la familia.

Un cuarto supuesto: 1) descontando de la PEA el número de ejidatarios cuyos ingresos provienen de la ganancia de la actividad productiva, la restante PEA es de 4,714 personas, lo cual equivale a un recurso económico necesario de 298 millones de pesos para que toda la PEA tenga un salario mínimo, 2) el flujo económico en el municipio restando la ganancia de los ejidatarios por el uso de su tierra es de 364 millones de pesos.

Entonces se puede asumir que:

- Los empleos y jornales generados por las actividades productivas, aunado a las ganancias productivas que no implican la posesión de la tierra (395 pesos), es una cantidad mayor a la necesaria para que toda la PEA tenga al menos 1 salario mínimo.

Podemos desprender entonces una segunda conclusión:

Conclusión 2: toda la PEA del municipio puede tener ingresos por encima de un salario mínimo y las familias de ejidatarios pueden llegar a más de 3 salarios mínimos mediante las actividades productivas sustentables, lo cual supera toda condición de pobreza en el municipio.

Análisis por grupos de ejidos

La implementación de las actividades productivas descritas anteriormente tiene potencial de desarrollarse en los ejidos de manera diferencial. Utilizando los elementos que arroja el análisis llevado a cabo en la acción 3.1 relativa a la conectividad biológica del territorio y las características de cada ejido, se realizó una regionalización del municipio. Se reconocen 4 grupos de ejidos según 4 características: la superficie de selva que mantienen en buen estado, la superficie dedicada a las actividades agropecuarias, el acceso por caminos transitables a lo largo de todo el año y cohesión social en la comunidad.

La agrupación de los ejidos permitió incorporar diferentes alternativas para la propuesta territorial en todo el municipio de Marqués de Comillas. Dicha propuesta se realizó teniendo como base tres líneas con objetivos distintos pero complementarios entre sí, y que, de manera conjunta, permiten dirigir la planeación de la región hacia un desarrollo sustentable. Los ejes principales que se plantean para la propuesta son: 1) el aseguramiento en un largo plazo de las superficies que actualmente se encuentran con selva conservada, ya sea a partir de la aplicación de uno o más instrumentos de conservación; 2) la realización de diferentes actividades que promuevan la regeneración y recuperación de los ecosistemas en los sitios degradados y ubicados en sitios clave (corredores potenciales, riberas de ríos y arroyos y claros antropogénicos). Dichas actividades son potencialmente redituables en términos económicos; y, 3) la reconversión productiva o la implementación de prácticas sustentables en los sitios donde actualmente se le da a la tierra un uso productivo agropecuario intensivo.

Cabe mencionar que, aunque una de las líneas planteadas en la propuesta es el mantenimiento productivo del suelo, uno de los objetivos finales de esta propuesta consiste en la promoción de la obtención de beneficios y compensaciones económicas a los dueños que participan en las otras dos líneas planteadas. Es decir, que la conservación y la recuperación de los ecosistemas genere un ingreso económico que complemente las ganancias obtenidas a partir del uso productivo agropecuario de otras tierras y que, por lo tanto, se conviertan en actividades que contribuyen económicamente al desarrollo de la región.

De acuerdo con la agrupación de ejidos realizada, se generó la propuesta para cada grupo tomando en cuenta las posibilidades de aplicación de uno u otro instrumento de conservación o actividad económica que puede aplicarse en el territorio para contribuir a un paisaje sustentable.

Grupo 1

Este grupo está conformado, en su mayoría, por los ejidos en los cuales Natura y Ecosistemas Mexicanos ha tenido mayor incidencia a través de todas las actividades que realiza la organización, con excepción de La Victoria y Nueva Reforma. Aunque con estos dos ejidos se ha colaborado e incidido de diferentes formas (a través de la asesoría técnica del programa de PSA, de actividades de educación ambiental y de monitoreo de mamíferos), no representan los ejidos donde se han dirigido los mayores esfuerzos de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Una característica importante que une a estos ejidos, además de la presencia de una superficie significativa de selva conservada y cierto nivel de cohesión social, es la presencia de proyectos ecoturísticos que generan ingresos para el ejido de una forma alternativa a las actividades agropecuarias. El único ejido que no cuenta con un proyecto de este tipo es Boca de Chajul; no obstante, también consiste el ejido donde la presencia de Natura y Ecosistemas Mexicanos tiene más impacto en términos de derrama económica, ya sea a través de empleos para la estación de trabajo, la compra de combustible, entre otros.

Debido a lo anterior, para las superficies con vegetación conservada, para este grupo se propone la aplicación simultánea y sinérgica de los cinco instrumentos de conservación mencionados anteriormente:

1. La aplicación del programa PSA
2. La aplicación de la venta de bonos de captura de carbono
3. La renta de la superficie protegida a las empresas sociales
4. Reconocimiento de zonas de protección forestal para las zonas riparias de los ríos, tanto de los que ya cuentan con una vegetación conservada como de los que son restaurados.
5. El reconocimiento de ADVC: la “zona mariposera” en el ejido de Chajul, la zona de “El Jolochero” en el ejido de Galacia y un área dentro de Reforma Agraria.

Para los sitios clave donde no hay vegetación o selva conservada, la propuesta de aplicación de actividades de recuperación de los ecosistemas son:

1. Restauración ecológica de las riberas de los ríos y arroyos de todos los ejidos que conforman el grupo, abarcando franjas de al menos 5m de ancho en ambos lados de la ribera, y de los claros antropogénicos dentro de los fragmentos de hábitat.
2. Restauración productiva en los corredores potenciales de fauna e implementación de sistemas agroforestales en áreas que abarquen al menos 20m después de las franjas de vegetación riparia.

Para las superficies que no representan sitios clave en el paisaje y donde se realizan actividades agropecuarias se propone:

1. Ganadería sustentable
2. Agricultura regenerativa

3. Prácticas reguladas y manejo sustentable de los cultivos de palma.

Este grupo de ejidos cuenta con aproximadamente 10,200 ha dedicadas a estas actividades. Nuestra propuesta sugiere que una parte de esta extensión (al menos 650 ha) se destinen para una reconversión productiva hacia sistemas agroforestales.

Los instrumentos que actualmente aplican en este grupo de ejidos, así como la propuesta de planeación territorial se muestra en la figura 189.

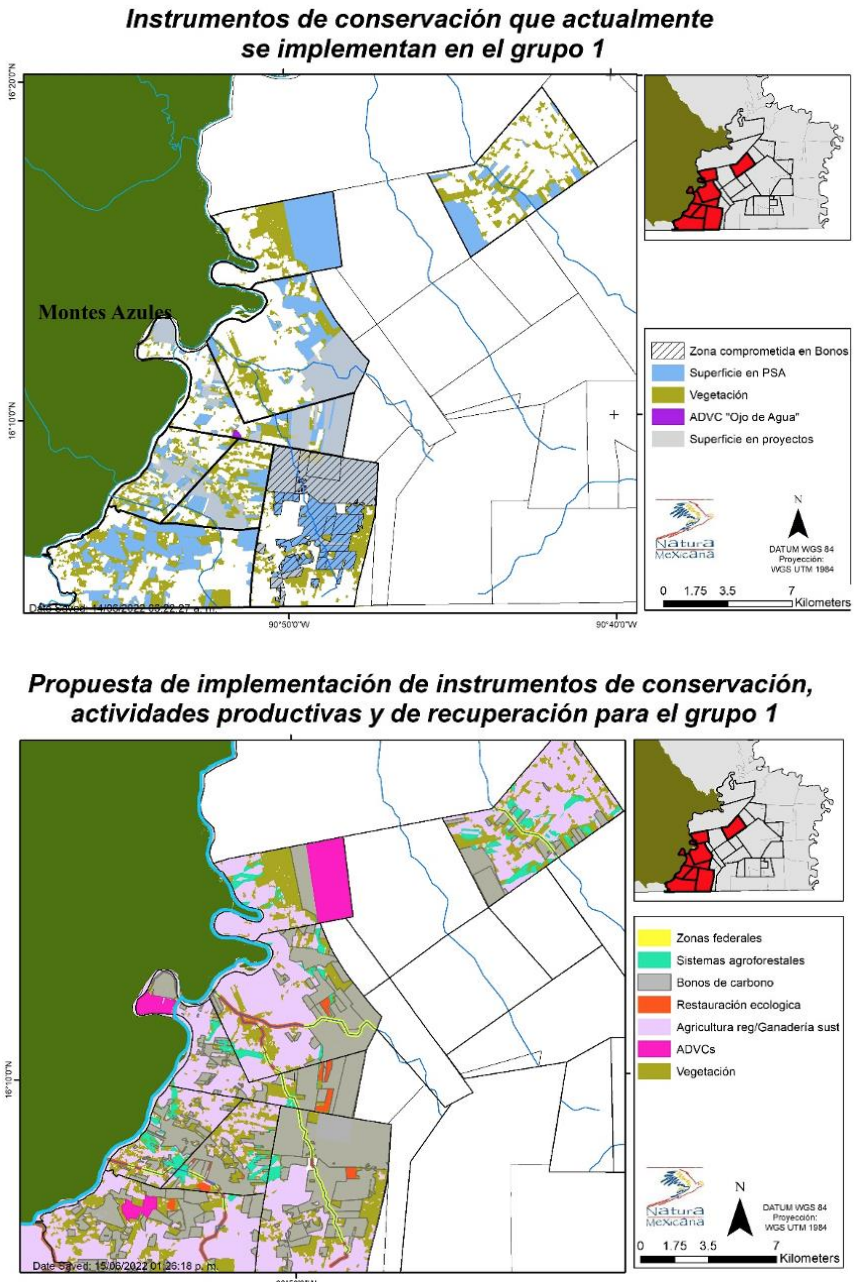


Figura 189. Mapas de la propuesta territorial para el Grupo 1. Arriba: los instrumentos de conservación que actualmente aplican en el Grupo 1. Abajo: instrumentos de conservación, actividades de recuperación de ecosistemas y actividades productivas potenciales en el Grupo **1.**

Grupo 2

A pesar de que los ejidos que conforman este grupo aún mantienen importantes remanentes de selva, ésta se encuentra fragmentada. Aunado a esto, ninguno de los ejidos que conforman este grupo cuenta con algún proyecto productivo alternativo.

Debido a lo anterior, para las zonas conservadas que se encuentran dentro de los ejidos de este grupo se propone

1. La aplicación del programa PSA únicamente para los ejidos de Santa Rita, Emiliano Zapata II y La Corona
2. La aplicación de la venta de bonos de captura de carbono únicamente para los ejidos de Santa Rita y La Corona.
3. Reconocimiento de zonas de protección forestal para las zonas riparias de los ríos, tanto de las que ya cuentan con una vegetación conservada como de aquellas en las que se realizan restauraciones ecológicas.
4. El reconocimiento de ADVC únicamente en la zona conservada del ejido de La Corona

Para los sitios clave donde no hay vegetación o selva conservada, la propuesta de aplicación de actividades de recuperación de los ecosistemas son:

1. Restauración ecológica de las riberas de los ríos y arroyos de todos los ejidos que conforman el grupo, abarcando franjas de al menos 5m de ancho a ambos lados de la ribera, y de los claros antropogénicos dentro de los fragmentos de hábitat
2. Restauración productiva para la implementación de sistemas agroforestales en áreas que abarquen al menos 20m después de las franjas de vegetación riparia.
3. Implementación de plantaciones forestales para incrementar la cobertura forestal en los corredores potenciales en los ejidos:
    - Emiliano Zapata: para una extensión de 1,300 ha (considerando 130 ejidatarios y 10 ha de plantación forestal por ejidatario).
    - Tierra y Libertad: Con áreas mínimas de 10 o 20 ha por unidad familiar dirigida al corredor que une Santa Rita y Emiliano Zapata II.

Para las superficies que no representan sitios clave en el paisaje y donde se realizan actividades agropecuarias se propone:

1. Ganadería sustentable
2. Agricultura regenerativa
3. Prácticas reguladas y manejo sustentable de los cultivos de palma.
4. Establecimiento de plantaciones forestales en las zonas sin cobertura arbórea en el ejido de Santa Rita.

Los instrumentos que actualmente aplican en este grupo de ejidos, así como la propuesta de planeación territorial se muestra en la figura 190.

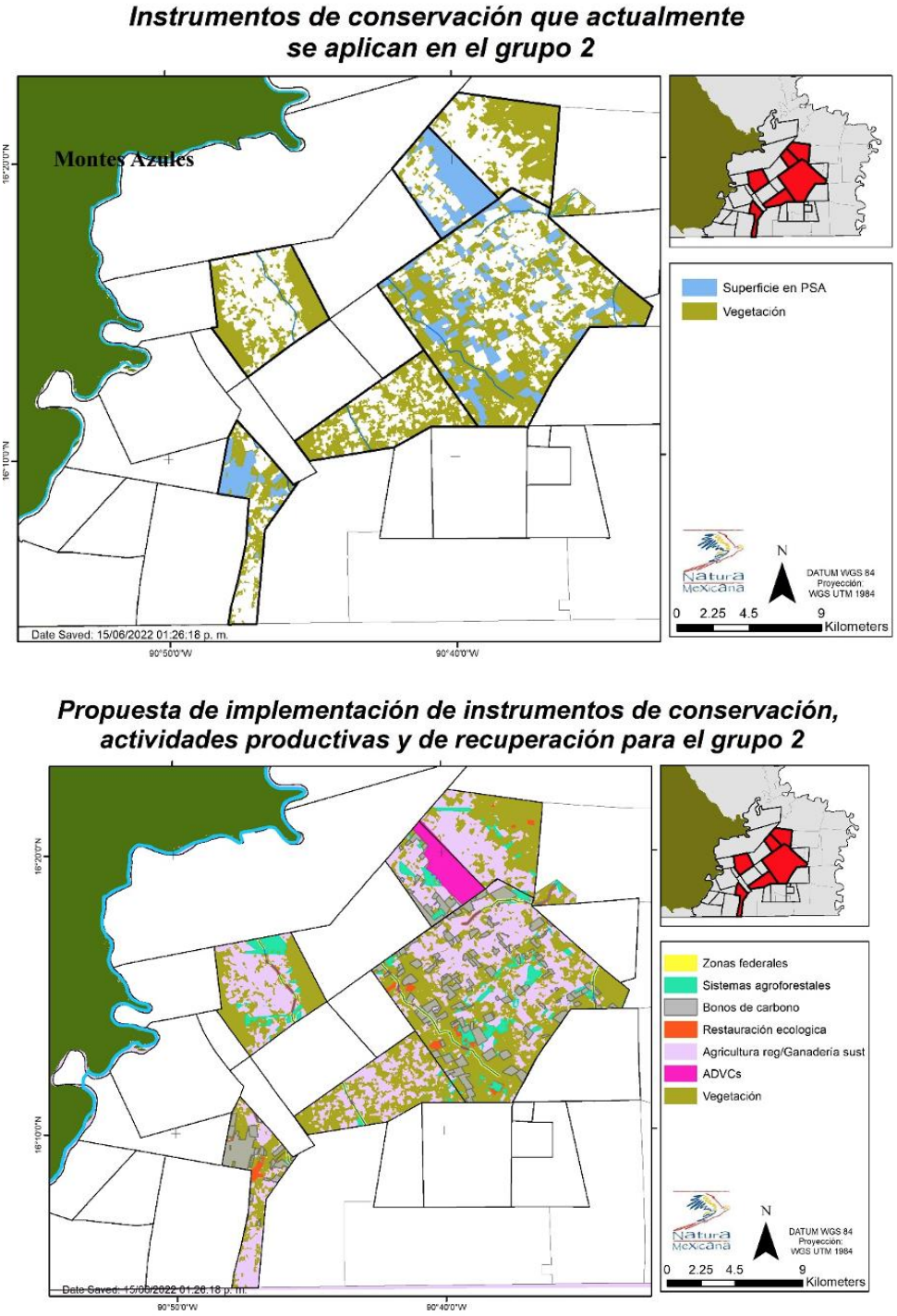


Figura 190. Mapas de la propuesta territorial para el Grupo 2. Arriba: los instrumentos de conservación que actualmente aplican en el Grupo 2. Abajo: instrumentos de conservación, actividades de recuperación de ecosistemas y actividades productivas potenciales en el Grupo 2.

Grupo 3

Para las zonas conservadas que se encuentran dentro de los ejidos de este grupo (en total cerca de 5,000 ha) se propone:

1. La aplicación del programa PSA
2. Aplicación de la venta de bonos de captura de carbono.

Para los sitios clave donde no hay vegetación o selva conservada, la propuesta de aplicación de actividades de recuperación de los ecosistemas son:

1. Restauración ecológica de las riberas de los ríos y arroyos de todos los ejidos que conforman el grupo, abarcando franjas de al menos 5m de ancho a ambos lados de la ribera, y de los claros antropogénicos dentro de los fragmentos de hábitat.
2. Restauración productiva para la implementación de sistemas agroforestales en los corredores potenciales abarcando aproximadamente 250 ha
3. Implementación de plantaciones forestales para incrementar la cobertura forestal en los corredores potenciales abarcando aproximadamente 250 ha.

Para las superficies que no representan sitios clave en el paisaje y donde se realizan actividades agropecuarias se propone:

1. Ganadería sustentable
2. Agricultura regenerativa
3. Prácticas reguladas y manejo sustentable de los cultivos de palma.

Los instrumentos que actualmente aplican en este grupo de ejidos, así como la propuesta de planeación territorial se muestra en la figura 191.

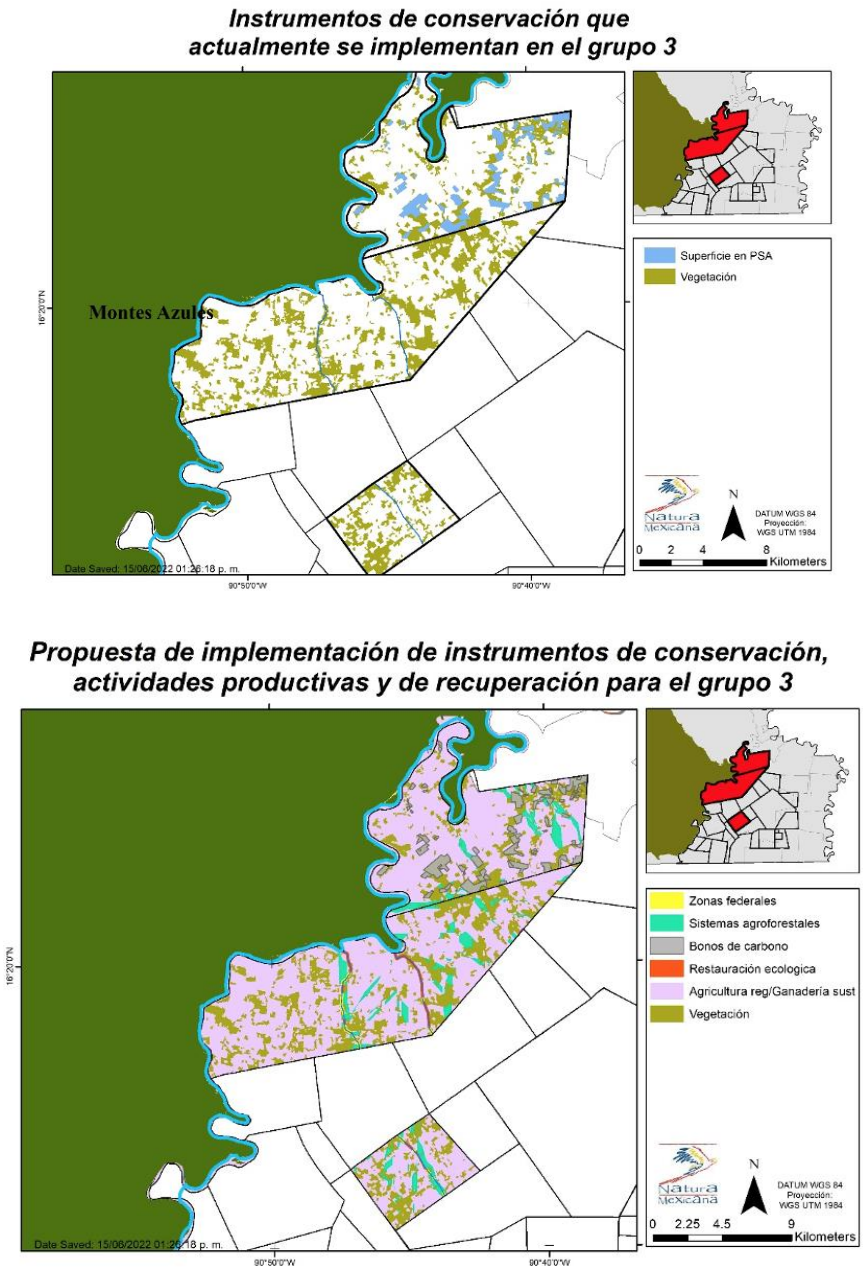


Figura 191. Mapas de la propuesta territorial para el Grupo 3. Arriba: los instrumentos de conservación que actualmente aplican en el Grupo 3. Abajo: instrumentos de conservación, actividades de recuperación de ecosistemas y actividades productivas potenciales en el Grupo 3.

Grupo 4

Para las zonas conservadas que se encuentran dentro de los ejidos de este grupo (en total cerca de 6,700 ha) se propone:

1. La aplicación del programa PSA únicamente para los ejidos de Absalón, San José, Río Salinas, Santa Marta y Belisario Domínguez.
2. Reconocimiento de zonas de protección forestal para las zonas riparias de los ríos, tanto de aquellos que ya cuentan con una vegetación conservada como aquéllas en las que se realizan restauraciones ecológicas, específicamente para el ejido de Nuevo Paraíso que tiene un río conector.

Para los sitios clave donde no hay vegetación o selva conservada, la propuesta de aplicación de actividades de recuperación de los ecosistemas son:

1. Restauración ecológica de las riberas de los ríos y arroyos de todos los ejidos que conforman el grupo, abarcando franjas de al menos 5m de ancho a ambos lados de la ribera y de los claros antropogénicos dentro de los fragmentos de hábitat
2. Restauración productiva para la implementación de sistemas agroforestales en los corredores potenciales abarcando aproximadamente 250 ha.
3. Implementación de plantaciones forestales para incrementar la cobertura forestal en los corredores potenciales abarcando aproximadamente 250 ha.

Para las superficies que no representan sitios clave en el paisaje y donde se realizan actividades agropecuarias se propone:

1. Ganadería sustentable
2. Agricultura regenerativa
3. Prácticas reguladas y manejo sustentable de los cultivos de palma.

Debido a que no se conocen instrumentos de conservación que actualmente aplique en los ejidos que conforman este grupo, solo se muestra la propuesta de planeación territorial (Figura 192).

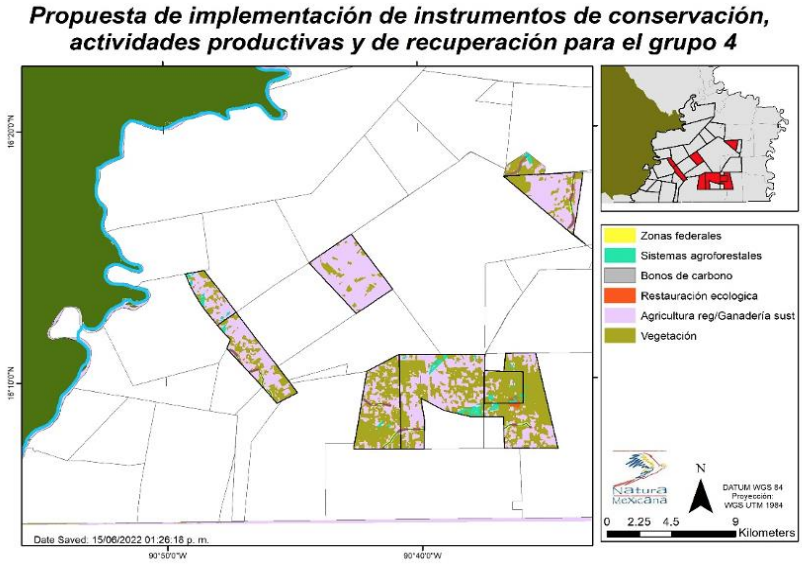


Figura 192. Instrumentos de conservación, actividades de recuperación de ecosistemas y actividades productivas potenciales en el grupo 4. Debido a que no se conocen instrumentos actuales de conservación en estos ejidos, no se coloca el mapa correspondiente.

Tal y como se describe en la acción 3.1, fue posible desarrollar una propuesta territorial integrada de implementación de instrumentos de conservación para todo el municipio, que se presenta en el mapa a continuación.

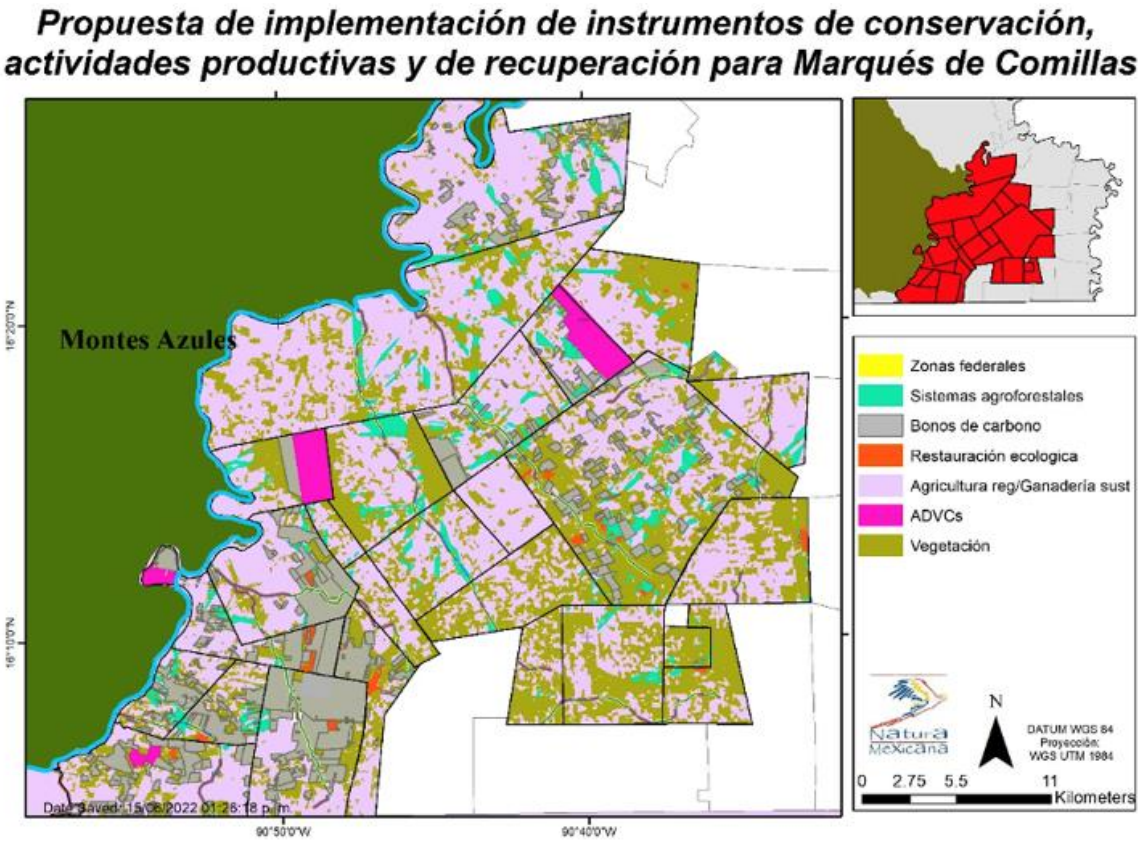


Figura 193. Mapa de la propuesta territorial integrada para Marqués de Comillas, instrumentos de conservación, actividades de recuperación de ecosistemas y actividades productivas potenciales.

Inversión o subsidio para las actividades productivas sustentables

En la Tabla 31 podemos observar el costo aproximado para implementar las actividades productivas sustentables. Para ello se requiere:

- En un inicio, llevar a cabo la reconversión de la agricultura y ganadería para aplicar condicionantes ambientales implica un costo que debe ser subsidiado, ya que el campesino no puede asumir los costos de la sustentabilidad ambiental. Después de 5 años, se estima, como lo expresan otras experiencias y la literatura, que la actividad se convierte en rentable, lo cual no requeriría de subsidios adicionales.
- En el caso del manejo forestal sustentable el fomento de esta actividad requiere, además de un plan de manejo, la adquisición de maquinaria y caminos de saca que deben ser subsidiados. Después de 5 años se estima que la actividad es rentable y no requeriría de más subsidio.
- Las plantaciones agroforestales y forestales requieren igualmente de subsidio para establecerse y esperar a que maduren. Posteriormente se estima son rentables y no requieren más subsidio.

- El caso de Pago por Servicios Ambientales es diferente. Se trata en este caso de un compromiso de Estado mexicano de apoyar a los campesinos dueños de la selva para su conservación por los servicios ambientales y de protección de la biodiversidad que prestan al país y a todos los mexicanos. En este caso debería ser un subsidio permanente.
- La restauración ambiental requiere un subsidio para establecerse y acompañarse por 5 años. Después, es una obligación del campesino mantenerla por tratarse de zonas federales.
- La venta en el mercado de bonos de carbono implica elaborar la línea base y luego repetirla en el momento de la transacción

Tabla 31. Inversión/subsidio por actividad productiva.

Actividad productiva	Has./unidad	Total de has.	Costo por hectárea	Total por año	Número de años	Inversión total
Agricultura regenerativa	5	1,500	5,000	7,500,000	5	37,500,000
Ganadería sustentable	100	40,000	3,000	120,000,000	5	600,000,000
Manejo forestal sustentable	500	5,000	3,000	15,000,000	5	75,000,000
Restauración ambiental	-	600	3,000	1,800,000	5	9,000,000
PSA	-	23,700	2,000	47,400,000	5	237,000,000
Plantaciones forestales	20	500	10,000	5,000,000	5	25,000,000
Plantaciones agroforestales	20	500	10,000	5,000,000	5	25,000,000
Línea base de bonos de carbono	10	-	-	10,000,000	2	20,000,000
TOTAL				**211,700,000**	**-**	**1,028,500,000**

Un costo anual aproximado de subsidios gubernamentales ascendería a alrededor de 211 millones de pesos durante un periodo de 5 años. Posterior a ese periodo con el subsidio de Pago por Servicios Ambientales (50 millones de pesos anuales) se podría mantener la selva y las actividades productivas de manera rentable. La inversión en 5 años para orientar a la sustentabilidad del desarrollo a Marqués de Comillas puede ser del orden de 1,000 millones de pesos en 5 años.

En la actualidad los subsidios agropecuarios ascienden a cerca de 135 millones de pesos y no se exigen criterios ambientales ni de sustentabilidad (tabla 26). En contraste solo 10 millones de pesos van a programas de conservación (Pago por Servicios Ambientales). Si los recursos destinados al programa Sembrando Vida fueran colocados en acciones de prevención que

evitan la deforestación como el PSA, se podría cubrir toda la selva remanente del municipio para su conservación con un apoyo de 2 mil pesos que sería suficiente para igualar el costo de oportunidad de sistemas productivos que implican deforestación como la ganadería.

Conclusiones

Las tendencias de trasformación de Marqués de Comillas que provocan condiciones de pobreza y la pérdida o deterioro de los ecosistemas naturales mediante sistemas productivos muy ineficientes, pueden modificarse hacia un proceso de desarrollo que conserve los ecosistemas aún existentes, restaure zonas estratégicas, utilice el suelo de manera sustentable con actividades productivas tales como agricultura regenerativa, ganadería sustentable, manejo forestal sustentable, manejo de la vida silvestre, ecoturismo, sistemas agroforestales, plantaciones forestales y palma de aceite con criterios sustentables, además de mejorar los servicios de beneficio colectivo y recreativos.

Este conjunto de actividades puede generar los flujos económicos necesarios para que toda la población de Marqués de Comillas supere las condiciones de pobreza y logre ingresar hasta 2 salarios mínimos en promedio.

Los ejidos pueden dividirse según un gradiente, desde aquellos en los que predomina la conservación de selva, hasta aquellos en los que han trasformado casi la totalidad de su territorio; pero todos ellos, con los sistemas sustentables más adecuados a las condiciones ambientales locales, pueden igualmente superar las condiciones de pobreza e ingresar casi 2 salarios mínimos y disminuir los impactos ambientales.

Una transformación del municipio Marqués de Comillas hacia la sustentabilidad del desarrollo es viable. Se cuenta con los recursos naturales, la población puede adquirir las capacidades individuales y colectivas, tanto de nuevas habilidades como de formas novedosas organizativas, existe el marco legal que lo facilita y los recursos económicos suficientes para promover el cambio, aunque sin duda, será necesario reforzarlos para lograr este reto. Existen muchas experiencias piloto exitosas en este sentido en el municipio que demuestran la viabilidad de la propuesta.

Sin embargo, hay necesidades ineludibles para lograr el cambio y factores exógenos que no pueden ser enfrentados desde lo local.

Dentro de las necesidades para lograr el cambio señalamos las principales a continuación:

1) Debe superarse el rezago social, de salud y educación, con una atención del gobierno federal y estatal que hasta la fecha no se ha tenido. Se requieren escuelas de calidad y que cubran los 12 años de escolaridad para todos. Además, escuelas técnicas que preparen profesionistas locales en las especialidades que la zona requiere. En cuanto a la salud, debe establecerse una clínica de primer nivel en cada ejido y al menos 2 de segundo nivel en el municipio. La salud y la educación es en lo que más gasta la población local por la falta de los servicios que el Estado mexicano está obligado a

proveer como parte de la garantía de los derechos humanos. Contar con estos servicios básicos incrementaría la capacidad de la población, su bienestar y su poder adquisitivo.

2) El gobierno debe invertir en los procesos productivos con una lógica de sustentabilidad ambiental y productiva. Los apoyos productivos para el bienestar y el crédito a la palabra (anteriormente nombrados Procampo y Progan) deberían ir acompañados con asistencia técnica y condicionantes ambientales para implementar los sistemas de agricultura regenerativa y ganadería sustentable y, en pocos años, ser rentables y con la base natural sana para una producción de largo plazo. Para el desarrollo de las actividades ecoturísticas, la inversión a fondo perdido combinada con la de la banca de crédito, es una alternativa, al igual que para las plantaciones forestales, el manejo forestal sustentable y los servicios necesarios. Las carreteras es una de las principales necesidades ya que se encuentran en un estado deplorable y ninguna de las actividades productivas mencionadas lo resiste, menos el ecoturismo. Los recursos económicos existen, pero no están orientados hacia la sustentabilidad del desarrollo.
3) El fortalecimiento de las estructuras novedosas de gobernanza que se han implementado en algunos ejidos y que surgen de la conformación y vida orgánica de las empresas sociales, junto con una articulación con las autoridades municipales con el trabajo que ya realizan, más la concurrencia del gobierno estatal y federal mediante mecanismos respetuosos de las decisiones locales, puede ser la estructura de gobernanza necesaria para el cambio participativo y sustentable.

En síntesis, el municipio podría transitar rápidamente hacia la sustentabilidad ambiental si el Estado mexicano cumpliera con su deber de otorgar las garantías a la población local sobre sus derechos humanos de salud y educación e invirtiera los mismos recursos que ya invierte (preferentemente con incremento) de manera planeada y sustentable, y lo hiciera mediante mecanismos participativos de planeación colectiva, con el fortalecimiento de las estructuras de gobernanza tal y como lo fomenta la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y con el fortalecimiento de las capacidades individuales.

Sin embargo, existen severos riesgos que no permiten ver con claridad que éste sea el rumbo que se está siguiendo hacia la sustentabilidad ambiental del municipio, como se narra a continuación.

Riesgos

En los últimos años han surgido procesos que han trastocado la vida de las comunidades locales cuyas causas provienen de factores externos, lo cual, de no atenderse por parte del gobierno federal con urgencia y responsabilidad, no solo alejará al municipio de la posibilidad de transitar a hacia la sustentabilidad del desarrollo, sino que se convertirá en un foco de alto riesgo para el país.

Entre los factores de riesgo se señalan a continuación los principales:

- La principal preocupación es el incremento de la presencia del crimen organizado vinculado al narcotráfico. Mezclado con éste está el tráfico de guacamayas. Aunque se trata de un sitio de paso de la droga, algunos jóvenes de los ejidos, sin oportunidades ni tierra, se enredan en esta actividad. Muchos han construido pandillas locales y se dedican a diversos ilícitos. La violencia e inseguridad se incrementa.
- Personas externas han comprado con dinero en efectivo tierras a bajo precio, pero pagadas en el momento a ejidatarios en aprietos económicos. Así, por un lado, se han acaparado grandes extensiones de tierras ganaderas en pocas manos y, por el otro, los ejidatarios pierden su patrimonio. La cohesión social se ve afectada en los ejidos, ya que estas personas se convierten en ejidatarios pero están lejos de interesarles la vida comunitaria. Muchas de las tierras que se venden son selva y se deforestan inmediatamente.
- El subsidio del gobierno para las actividades agropecuarias y para la conservación disminuye y en contraste aumentó un subsidio, el del programa Sembrando Vida, con montos mucho mayores. Para obtener el subsidio de Sembrando Vida se requiere solo de 2.5 hectáreas y con ello reciben 60 mil pesos. Mientras que para lograr esa cantidad mediante el programa de PSA se requieren 60 hectáreas. Por ello, quienes están en apremio les resulta viable vender sus tierras y seguir con este programa. Las consecuencias en el mediano y largo plazo pueden ser fatales para la vida de las comunidades.

Ante estos factores y los escenarios de una población creciente, se esperaría que el deterioro se incremente y se pierdan las oportunidades de nuevos empleos verdes que estas alternativas productivas abren para una población en edad de trabajar o que no tenían opciones como son las mujeres y los jóvenes.

El abandono en que el gobierno tiene a esta región estratégica del país es una gran irresponsabilidad desde la perspectiva social, económica y ambiental y de seguridad nacional. Mientras el gobierno no reaccione y se ocupe de atender a la región es indispensable que la sociedad civil trabaje apoyando y asesorando a estas comunidades en la medida de sus posibilidades.

f) Referencias

Álvarez Icaza, P. 2015. *El Corredor Biológico Mesoamericano y el turismo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO): México. Disponible en: <http://docplayer.es/14039018-El-corredor-biologico-mesoamericano -y-el-turismo-pedro-alvarez-icaza.html>.

Amatulli, G., D. McInerney, T. Sethi, P. Strobl y S. Domisch. 2020. Geomorpho90m, empirical evaluation and accuracy assessment of global high-resolution geomorphometric layers. *Scientific Data* 7:1-18.

Arroyo-Gerala, P. 2022. Coordinadora de monitoreo de mamíferos terrestres de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Comunicación personal.

Baguette, M., S. Blanchet, D. Legrand, V.M. Stevens y C. Turlure. 2013. Individual dispersal, landscape connectivity and ecological networks. *Biological Reviews* 88:310-326.

Barbosa A.M. 2015. fuzzySim: applying fuzzy logic to binary similarity indices in ecology. *Methods in Ecology and Evolution* 6: 853-858.

Barrientos *et al*. 2020. México sostenible: estrategia de turismo 2030. Secretaría de Turismo, México. Disponible en: <https://adaptur.mx/pdf/Mexico-Estrategia-de-Turismo-Sostenible-2030.pdf>.

Breña Naranjo, A. 2021. Agua, suelo y agricultura regenerativa. *Perspectivas IMTA* 29:1–3.

Campbell, M. L. 1999. Ecotourism in Rural Developing Communities. *Annals of Tourism Research* 26:534-553.

Carabias, J. *et al*. 2007. *Estudio para la restauración ambiental de microcuencas en ejidos ribereños del río Lacantún, Chiapas, como una forma de revertir el deterioro ecológico y contribuir al secuestro de carbono*. UNAM, INE.

Castro E., J. de la Maza, P. Meli y J. Carabias. 2015. La colonización y las instituciones gubernamentales en Marqués de Comillas. En: *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias*. J. Carabias, J. de la Maza y R. Cadena (Coords.). Natura y Ecosistemas Mexicanos, México, pp. 211-217.

Ceballos, G., S. Blanco, C. González-Salazar y E. Martínez-Meyer. 2006. *Atlas mastozoológico de México. Distribución potencial.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2022. *Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable*, 29 de noviembre de 2022. Disponible en: <https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2022/98>.

CONEVAL. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. 2022. *Evolución de las líneas de pobreza por ingresos* Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-Pobreza-por-Ingresos.aspx>.

Cuervo-Robayo, A.P., O. Téllez-Valdés, M.A. Gómez-Albores *et al*. 2014. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology* 34:2427-2437.

Cuervo-Robayo, A. P. y O. Monroy-Vilchis. 2012. Distribución potencial del jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) en Guerrero, México: persistencia de zonas para su conservación. *Revista de Biología Tropical* 60:1357-1367.

De la Maza, J., J. Carabias, L. Ruiz, A. Mastretta y V. Valadez. 2015. *Ecoturismo para la Conservación: Bases para el Desarrollo Ecoturístico en el Municipio Marqués de Comillas, Selva Lacandona, Chiapas*. Natura y Ecosistemas Mexicanos, México.

De la Torre, J.A., J.M Núñez y R.A. Medellín. 2017. Habitat availability and connectivity for jaguars (*Panthera onca*) in the Southern Mayan Forest: Conservation priorities for a fragmented landscape. *Biological Conservation* 206:270-282.

Díaz, S., S. Demissew, J. Carabias *et al.* 2015. The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14:1–16.

Drumm, A. y A. Moore. 2002. *Desarrollo del ecoturismo. Un manual para los profesionales de la conservación, vol. 1*. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, Estados Unidos.

Eccardi, F. y D. Suárez. 2021. Ganadería regenerativa – Crisis ambiental. *Nexos.* Disponible en: <https://medioambiente.nexos.com.mx/ganaderia-regenerativa/>.

Epler, M. 2002. *Ecotourism: Principles, Practices & Policies for Sustainability*. The International Ecotourism Society, UNEP. Estados Unidos.

ESRI, 2011. *ArcGIS Desktop: Release 10*. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Fick, S.E. y R.J. Hijmans. 2017. WorldClim 2: new 1 km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37:4302-4315.

FONART. Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías. 2022. *Apoyos para impulsar la producción artesanal.* 19 de noviembre de 2022. Disponible en: <https://www.gob.mx/tramites/ficha/apoyos-para-impulsar-la-produccion-artesanal/FONART909>.

Gallo, J.A. y R. Greene. 2018. *Connectivity Analysis Software for Estimating Linkage Priority.* Conservation Biology Institute, OR. Disponible en: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5673715>.

GBIF. Global Biodiversity Information Facility. 2020. GBIF Ocurrence Download. 14 de julio 2020. Disponibles en <https://doi.org/10.15468/dl.cxu958>; <https://doi.org/10.15468/dl.e8gy3b>; <https://doi.org/10.15468/dl.cdy9k5>; <https://doi.org/10.15468/dl.4fhrva>; <https://doi.org/10.15468/dl.ww3qrk>; <https://doi.org/10.15468/dl.ru64fn>; <https://doi.org/10.15468/dl.mcy7x9>; <https://doi.org/10.15468/dl.ytupc>; <https://doi.org/10.15468/dl.xnhhcw>; <https://doi.org/10.15468/dl.7nynr9>; <https://doi.org/10.15468/dl.9d6g44>.

Godínez-Gómez, O. y C.A. Correa Ayram. 2020. Makurhini: Analyzing landscape connectivity. Disponible en: < https://doi.org/10.5281/zenodo.3771605>.

Haddad, N.M., L.A. Brudvig, J. Clobert *et al.* 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science advances* 1:e1500052.

Halffter-Salas, G. 2021. *Evaluar la salud ambiental en zonas ganaderas de Veracruz y Chiapas utilizando como indicadores a los escarabajos estercoleros y la diversidad vegetal.* Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

Hansen, M.C. *et al.* 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342:850–53. Disponible en: <https://glad.earthengine.app/view/global-forest-change>.

Instituto Casa de las Artesanías de Chiapas. 2022. *Asesoría y gestión de Proyectos Artesanales.* Disponible en: <https://www.chiapas.gob.mx/servicios/827>.

INEGI. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2017. *Conjunto de datos vectoriales de información topográfica E15D78 (Caoba)*. Escala 1:50 000 serie III.

——. 2017.*Conjunto de datos vectoriales de información topográfica E15D88 (Delicias).* Escala 1:50 000 serie III.

——. 2019. *Comunicado de prensa núm. 466/19, 25 de septiembre de 2019.* Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2019/turismo2019_Nal.pdf>.

——. 2020. *Censos de Población y Vivienda 2020*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/632>.

——. 2021. *Comunicado de prensa núm. 773/21. 15 de diciembre de 2021* Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/turismo/turismo2020.docx>.

INAES. Instituto Nacional de la Economía Social. 2022. Convocatorias. Disponible en: <https://www.gob.mx/inaes/acciones-y-programas/convocatoria-vigentes>.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. 1997. Ecotourism. En: IUCN. *Beyond Fences: Seeking Social Sustainability in Conservation*. IUCN. Suiza.

——. 2020. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Versión 2020-3. IUCN, Suiza. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org>.

Izquierdo-Tort, S. (En proceso). Población en el municipio Marqués de Comillas: estado actual, tendencias, y proyecciones. En: J. Carabias, J. De la Maza y R. Cadena (Eds.), *Conservación y Desarrollo Sustentable en la Selva Lacandona, Tomo II.* Natura y Ecosistemas Mexicanos, México.

Lal, R., 2020. Regenerative agriculture for food and climate. *Journal of soil and water conservation* 75:123A-124A.

Lavariega, M. C. y M. Briones-Salas, 2019. Distribución potencial, escala: 1:1000000. edición: 1. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. *Proyecto: JM011, Modelado de la distribución geográfica de mamíferos endémicos y en categoría de riesgo de Oaxaca*. CONABIO, México.

——. 2019. Registros de presencia usados para elaborar el mapa de distribución potencial., edición: 1. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. *Proyecto: JM011, Modelado de la distribución geográfica de mamíferos endémicos y en categoría de riesgo de Oaxaca*. CONABIO, México.

López, L.F., J. Murillo, F.A. Ochoa. 2008. *Aplicación del enfoque de Cadena de Valor en turismo sostenible para el municipio de Puerto Nariño, Amazonas, como aporte para la certificación de destinos turísticos sostenibles*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Lundy, M., M. Gottret, W. Cifuentes, C.F. Ostertag y R. Best. 2003. *Diseño de estrategias para aumentar la competitividad de cadenas productivas con productores de pequeña escala*. *Manual de Campo*. Proyecto de desarrollo de agroempresas CIAT.

McGarigal K. y B.J. Marks. 1995. *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*, Gen, Tech. Report. PNW-GTR-351, USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR.

McGarigal, K., S.A. Cushman, M.C. Neel, y E. Ene. 2002. *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*. Software producido por los autores en la Universidad de Massachusetts, Amherst. Disponible en: <www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.

McRae, B.H. 2012a. *Barrier Mapper Connectivity Analysis Software*. The Nature Conservancy, Seattle WA. Disponible en: <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>.

——. 2012b. *Pinchpoint Mapper Connectivity Analysis Software*. The Nature Conservancy, Seattle WA. Disponible en: <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>.

——. 2012c. *Centrality Mapper Connectivity Analysis Software*. The Nature Conservancy, Seattle WA. Disponible en: <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>.

McRae, B.H. y D.M. Kavanagh. 2011. *Linkage Mapper Connectivity Analysis Software.* The Nature Conservancy, Seattle WA, EUA. Disponible en: <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>.

McRae B.H. y V.B. Shah. 2009. *Circuitscape user's guide*. The University of California, Santa Barbara, California, EUA. Disponible en: <http://www.circuitscape.org/>.

McRae, B.H., A.J. Shirk y J.T. Platt. 2013. *Gnarly Landscape Utilities: Resistance and Habitat Calculator User Guide.* The Nature Conservancy, Fort Collins, CO, EUA. Disponible en: <http://www.circuitscape.org/gnarly-landscape-utilities>.

Meli P., R. Aguilar-Fernández y J. Carabias. 2015. Restauración ecológica en Marqués de Comillas. En: *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias.* J. Carabias, J. de la Maza y R. Cadena (Coords.). Natura y Ecosistemas Mexicanos, México, pp. 429-457.

Meli, P. y C. Carrasco-Carballido. 2011. *Restauración ecológica de riberas. Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona* (No. CH/333.715309727 M4). CONABIO, México.

Olson, D.M., E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake *et al.* 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth, A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience* 51:933-938.

Palmeirin, A.F., M.S. Figueiredo, C.E. Grelle *et al*. 2019. When does habitat fragmentation matter? A biome-wide analysis of small mammals in the Atlantic Forest. *Journal of Biogeography* 46:2811-2825.

Phillips, S.J., R.P. Anderson y R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling* 190:231-259.

Prevedello, J.A. y M.V. Vieira. 2010. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. *Biodiversity and Conservation* 19:1205-1223.

Puyravaud, J.P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest ecology and management* 177:593-596.

Rojas, M.C. 2002. *Turismo sustentable.* Semarnat–Sagarpa. México.

SADER. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2021. *Listados de beneficiarios de la Representación Estatal de la SADER en el Estado de Chiapas.* SADER. México. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.mx/sader/datos-2021>.

——. 2022. Listado de beneficiarios del Programa Producción para el Bienestar 2021. SADER. México. Disponible en: <https://pub.bienestar.gob.mx/v2/pub/programasIntegrales/283/2403>.

——. 2022. *Padrón de beneficiarios del Programa de Fomento Ganadero. México*. SADER. México. Disponible en:< http://www.agricultura.gob.mx/rendicion-de-cuentas/padron-de-beneficiarios>.

Saura, S. y L. Pascual-Hortal. 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning* 83:91-103.

Secretaría del Bienestar. 2022. *Beneficiarios del Programa para el Desarrollo Sembrando Vida*. Secretaría del Bienestar, México. Disponible en: <https://pub.bienestar.gob.mx/v2/pub/programasIntegrales/16/2335>.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2022 *Programa para otorgar subsidios de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre nativa*. SEMARNAT. México. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-para-otorgar-subsidios-de-conservacion-y-aprovechamiento-sustentable-de-la-vida-silvestre>.

Taylor, P.D. 2006. Landscape connectivity: a return to the basics. *Connectivity conservation* 14:29-43.

Taylor, P.D., L. Fahrig, K. Henein y G. Merriam. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68:571–572.

Tischendorf, L. y L. Fahrig. 2000. How should we measure landscape connectivity? *Landscape ecology* 15:633-641.

Tofallis, C. 2014. Add or Multiply? A Tutorial on Ranking and Choosing with Multiple Criteria. *INFORMS Transactions on Education* 14:09-119.

Vasudev, D., R.J. Fletcher Jr., V.R. Goswami y M. Krishnadas. 2015. From dispersal constraints to landscape connectivity: lessons from species distribution modeling. *Ecography* 38:967-978.

Villeda-Chávez, E. y C. Troche-Souza. 2021. *Cambios de cobertura y usos de suelo en el periodo previo y posterior a la temporada de roza tumba y quema de 2019 en el municipio Marqués de Comillas, Chiapas*. Informe de Consultoría. Natura y Ecosistemas Mexicanos, México.

Weiskopf, B. y M.L. Landero. 2011. *Guía Metodológica Implementación del Proceso de Fomento de Cadena de Valor*. Programa Manejo Sostenible de Recursos Naturales y Fomento de Competencias Empresariales (MASRENACE-GIZ), Nicaragua.

Welsch, D.J. 1991. *Riparian Forest Buffers.* United States Department of Agriculture—Forest Service Pub. No. NA-PR-07–91. Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América—Servicio Forestal, Radnor, PA, EUA.

Zorrilla, M., J.V. Solórzano, F. Tudela. 2019. *Reporte del Objetivo 1: modelo analítico. FORDECyT – Usumacinta 273646. Cambio global y sustentabilidad en la cuenca del río Usumacinta y su zona marina de influencia: bases para la adaptación al cambio climático desde la ciencia y la gestión del territorio*. Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste A.C., México.



Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas

CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Informe final

SNIB-CONABIO, Proyecto No. QQ004

Natura y Ecosistemas Mexicanos

2025

Natura Mexicana

Natura y Ecosistemas Mexicanos. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la reserva de la biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. ***Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. QQ004****. Ciudad de México.*

Natura y Ecosistemas Mexicanos

Julia Carabias Lillo

Responsable técnica del proyecto

Rosaura Cadena González

Coordinadora del proyecto

Contenido

Informe final

OBJETIVO 1. Evaluar el estado de conservación de los ecosistemas naturales, acuáticos y terrestres, mediante el monitoreo de la calidad del agua y de especies de fauna indicadoras, tanto en las Áreas Naturales Protegidas como en las zonas de influencia

Responsables:
Paulina Arroyo Gerala, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Carlos Ramírez Martínez, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León

Colaboradores:
Fernando Álvarez, Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Juan Manuel Caspeta, Laboratorio de Parasitología de Animales Silvestres, Facultad de Ciencias Biológicas y Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Norman Mercado Silva, Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Edna Naranjo García, Colección Nacional de Moluscos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
José Luis Villalobos, Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

OBJETIVO 2. Coadyuvar con las autoridades estatales y federales en la conservación de las Áreas Naturales Protegidas de la Selva Lacandona y fortalecer las capacidades de la comunidad Lacanjá Chansayab en acciones de vigilancia comunitaria para la detección de ilícitos ambientales e incendios forestales

Responsables:
Elisa Castro Tovar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Allan Joav López Moreno, Natura y Ecosistemas Mexicanos

OBJETIVO 3. Conservar y manejar de manera sustentable fragmentos estratégicos de selva de los ejidos de Marqués de Comillas y restaurar terrenos que conecten dichos fragmentos para mantener y fomentar la conectividad del paisaje

Responsables:
Elisa Castro Tovar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Roberto Ortiz Martínez y Flores, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Fiorella Ortiz Rosas, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Leonora Torres Knoop, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Violeta Valadez Rocha, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Carlos Alejandro Velázquez Morales, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Colaborador:
Santiago Izquierdo Tort, Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México

OBJETIVO 4. Fortalecer las capacidades de la población local para la conservación de los ecosistemas naturales, el manejo sustentable y la restauración ambiental, así como sensibilizar a la población sobre la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos

Responsables:
Alejandra López Valenzuela, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Roberto Ortiz Martínez y Flores, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Fiorella Ortiz Rosas, Natura y Ecosistemas Mexicanos
José Sobrino Mar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Violeta Valadez Rocha, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Colaboradores:
Ángel Esteban Campos Tovar, estudiante de biología, servicio social, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
Saraí Rodríguez Hernández, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro
Víctor Daniel Rodríguez Rosas, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro
Valeria Lilian Rodríguez Zavala, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro

Bases de datos

Mamíferos
Arroyo Gerala, P. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Bases de datos_ Mamíferos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México..

Helmintos
Caspeta, J.M. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. **Bases de datos_ Helmintos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004.** Ciudad de México.

Peces
Mercado, N. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. **Bases de datos_Peces SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004.** Ciudad de México.

Crustáceos
Villalobos, J.L. y F. Álvarez. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Colección Nacional de Crustáceos. Instituto de Biología. UNAM. **Bases de datos_Crustáceos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Hojas de cálculo

Calidad del Agua in situ
Gómez, H., L. Hernández y C. Ramírez-Martínez. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C**. Hoja de Cálculo_* Calidad del Agua *in situ* SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Contaminantes identificados.
Gómez, H. y L. Hernández. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Contaminantes identificados SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Fisicoquímicos obtenidos en laboratorio
Gómez, H. y L. Hernández. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Fisicoquímicos obtenidos en laboratorio SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004**. Ciudad de México.

Aspectos biológicos de peces loricáridos
Ramírez-Martínez, C. y C.Y. García. 2025. Conservación y desarrollo sustentable en la zona sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y su área de influencia en Marqués de Comillas. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. **Hoja de Cálculo_ Aspectos biológicos de peces loricáridos SNIB-CONABIO Proyecto No. QQ004.** Ciudad de México.

Materiales didácticos y de difusión

Responsables:

Alejandra López Valenzuela, Natura y Ecosistemas Mexicanos
José Sobrino Mar, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Objetivo 4

Fortalecer las capacidades de la población local para la conservación de los ecosistemas naturales, el manejo sustentable y la restauración ambiental, así como sensibilizar a la población sobre la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Responsables:
Alejandra López Valenzuela, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Roberto Ortiz Martínez y Flores, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Fiorella Ortiz Rosas, Natura y Ecosistemas Mexicanos
José Sobrino Mar, Natura y Ecosistemas Mexicanos
Violeta Valadez Rocha, Natura y Ecosistemas Mexicanos

Colaboradores:
Ángel Esteban Campos Tovar, estudiante de biología, servicio social, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
Saraí Rodríguez Hernández, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro
Víctor Daniel Rodríguez Rosas, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro
Valeria Lilian Rodríguez Zavala, Becario, programa Jóvenes Construyendo el Futuro

a) Introducción

En el municipio Marqués de Comillas, a pesar de contar con una importante riqueza biológica en sus remanentes de selva, sus habitantes padecen profundas condiciones de pobreza, marginación y aislamiento geográfico; condiciones que se traducen en un elevado rezago educativo de hasta 4 años a nivel primaria, un escaso acceso a soluciones educativas y una elevada deserción escolar por falta de escuelas secundarias y preparatorias. Tampoco se cuenta con suficiente planeación educativa, producto de la falta de involucramiento y capacitación por parte de los padres de familia, que se conjuga con una elevada crisis aspiracional causada por la falta de modelos a seguir. Todo esto, sumado a una economía principalmente dependiente de la posesión de tierra, es decir con insuficientes empleos generados por servicios, ha conducido a que en el municipio se tenga baja competitividad laboral.

Los sistemas productivos agropecuarios dominantes son de tipo extensivos, caracterizados por su bajo rendimiento, lo cual implica una mayor deforestación, limitando las oportunidades futuras tanto de los propios ejidatarios como de las siguientes generaciones, profundizando la inaceptable vulnerabilidad que padecen los jóvenes hacia el crimen organizado.

Para afrontar dicha problemática se busca construir una nueva relación con el medio ambiente que incorpore al desarrollo sustentable en su sistema de valores, entendiendo la

responsabilidad compartida y diferenciada que tenemos como especie mediante la sensibilización ambiental y a partir de dicha base, construir las condiciones necesarias para actuar individual y colectivamente mediante el fortalecimiento de capacidades. Dicho de otra forma, se pretende propiciar que los habitantes del municipio puedan y quieran incorporar esta nueva forma de relacionarse con su medio a través de la sensibilización ambiental (querer) y el fortalecimiento de capacidades (poder).

Con las actividades de fortalecimiento de capacidades se busca dar las condiciones necesarias para que los niños y jóvenes puedan enfrentar las condiciones precarias en las que se encuentran, esto a través del desarrollo de habilidades para la vida y el trabajo según los marcos de trabajo del P21 (Partnership for 21st Century skills). Se destaca la relevancia de la inteligencia emocional para construir la correcta relación del estudiante con su entorno, que será clave para construir estrategias efectivas de aprendizaje y trabajo en equipo, así como de la inteligencia financiera que permite al estudiante entender el papel de las finanzas en sus vidas, no solo en su aplicación directa, con la cual están muy familiarizados, si no con los aspectos relacionados a la planeación y al desarrollo personal y familiar, que permitirán mejorar las condiciones a mediano y largo plazo.

Además, un robusto conocimiento sobre desarrollo sustentable y medio ambiente, acompañado de la inteligencia emocional, financiera y otras capacidades envueltas en los marcos de trabajo mencionados, permite a los niños y jóvenes contar con herramientas con las que puedan hacer frente a sus condiciones adversas mientras que, con el entendimiento e internalización de sus conocimientos ambientales, quieran conservar su patrimonio para su disfrute personal y para las próximas generaciones. Con las actividades relacionadas a proyectos sustentables como las cadenas de valor y el ecoturismo, se busca fortalecer las capacidades de los habitantes de la microrregión del Marqués de Comillas para que puedan traducir su deseo de conservar la selva en actividades económicas que les permita mejorar su calidad de vida a través del incremento de sus ingresos, maduración de los emprendimientos sociales y el desarrollo personal.

b) Antecedentes

Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C. lleva 14 años realizando actividades de la mano de las personas del municipio Marqués de Comillas, Chiapas, beneficiando a más de 5,000 personas en actividades de sensibilización ambiental y fortalecimiento de capacidades en 18 ejidos, logros históricos de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Los niños y jóvenes han participado en diversas actividades de educación ambiental, tales como pláticas informativas en las escuelas, visitas guiadas a la Estación Chajul, cursos autogestivos y mantenimiento de aulas de medios. Estas actividades han permitido cambiar actitudes y reacciones a favor de la conservación de la biodiversidad. En 2015 Natura y Ecosistemas Mexicanos realizó un estudio junto con la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde se diseñó una entrevista estructurada de 19 preguntas, la cual se aplicó a niños de 5º y 6º de primaria divididos en dos grupos: niños que habían participado en actividades de educación ambiental y niños que no habían participado en

dichas actividades; se encontró que los niños que sí habían participado mostraban un cambio de actitud favorable hacia el ecosistema en el que viven, en contraste, los que no habían participado en estas actividades muestran desinterés o actitudes en contra de la conservación (Barceinas 2015).

A partir de las lecciones aprendidas a lo largo de los años, se han mejorado las metodologías didácticas de educación ambiental que se realizan tanto en la estación Chajul, como en los ejidos. Además, se han implementado actividades interdisciplinarias, como semanas culturales, en las que artistas ofrecen talleres de música y teatro vinculados con el cuidado del medio ambiente y la identidad territorial, para mejorar la relación humano/naturaleza.

El trabajo de monitoreo comunitario también ha logrado un cambio en la relación humano/naturaleza. A partir de esta actividad los adultos han desarrollado una nueva visión sobre el ecosistema y en especial sobre las especies que lo habitan. En busca de lograr el mismo cambio en las nuevas generaciones, los monitores del ejido de Boca de Chajul propusieron incluir a los niños en las actividades de monitoreo. Con la ayuda de Natura y Ecosistemas Mexicanos esta iniciativa resultó en la creación del programa de "Pequeños monitores comunitarios" en la que se incluye a los niños en el monitoreo de las especies que habitan su ejido, mostrando su papel en la naturaleza y la importancia de su conservación.

Dadas las condiciones de marginación de la región se considera que además de favorecer las actitudes hacia el cuidado de la naturaleza, la ampliación y mejora de la oferta educativa contribuye a mitigar las amenazas vinculadas a ilícitos y a los procesos de migración (Pacheco, 2010). La larga trayectoria del trabajo de sensibilización que ha realizado Natura y Ecosistemas Mexicanos en la región ha mostrado sus frutos con personas que actualmente se han comprometido con la conservación de los recursos naturales de sus comunidades. Fue así como se buscó el apoyo de una fundación para becar los estudios universitarios de tres jóvenes que decidieron estudiar biología gracias a su participación en actividades de educación ambiental, y a otros dos que interesados en el desarrollo sustentable de sus comunidades decidieron estudiar una carrera universitaria (gastronomía). Además, se ha detectado que el número de las personas interesadas en volverse profesionistas para proteger y conservar los recursos naturales va en aumento.

Por otro lado, Natura y Ecosistemas Mexicanos también ha trabajado en el fortalecimiento de las capacidades de la población adulta, con quienes se han tenido reuniones y talleres partiendo de temas de medio ambiente, sobre el uso de aulas de medios, trabajo autogestivo y fortalecimiento de habilidades técnicas. Aunado a esto, se han fortalecido las capacidades de los ejidatarios dueños de las empresas sociales que poseen los terrenos de selva conservada en cada ejido, con la finalidad de crear habilidades particulares para el desempeño de las funciones de sus nuevos empleos y así ofrecer un buen servicio.

Además, los procesos de capacitación han fomentado nuevas formas de organización y una actitud diferente hacia la conservación de la naturaleza que se convierte en su sustento de vida. Hasta el inicio del presente proyecto se habían impartido alrededor de 800 horas de cursos de capacitación entre las cinco empresas en temas como: contabilidad y administración, desarrollo organizacional (incluyendo liderazgo y trabajo en equipo), resolución de conflictos, certificación de guías de naturaleza, operación y seguridad en puentes colgantes y rappel, primeros auxilios básicos y primeros auxilios en locaciones remotas, inglés, cocina y diseño de menú, entre otros.

Además, se han implementado intercambios de experiencias donde miembros clave de las empresas visitan otros emprendimientos sociales dedicados al ecoturismo en Chiapas y otros estados del país, ampliando su conocimiento sobre estos servicios, reforzando la importancia de la conservación para sus empresas, analizando y discutiendo con los dueños de experiencias similares. Estos viajes han sido un fuerte estímulo en el desarrollo de las empresas, donde han podido ver reflejados sus problemas en empresas exitosas y encontrar soluciones. Asimismo, obtienen nuevas ideas y detectan importantes áreas de oportunidad para mejorar.

Para la consolidación de las empresas sociales ecoturísticas y el cambio de actitud de la población local hacia el cuidado de sus ecosistemas, es necesario mantener los procesos de capacitación y educación ambiental activos y en constante adaptación a las condiciones que se van creando.

- 2,900 niños y jóvenes de los ejidos atendidos en actividades de educación ambiental.

- 600 niños y jóvenes participantes en el concurso de dibujo *¡Que Viva la Selva Lacandona!*

- Más de 600 pobladores participantes en actividades de sensibilización.

- Más de 270 servicios sociales y voluntarios han participado en las actividades de educación ambiental y desarrollo profesional.

- Más de 2,800 profesionistas sensibilizados en el manejo de ANP y desarrollo sustentable.

- 5 jóvenes becados con la beca Mario Luis Fuentes Batanero.

- 14 aulas de medios equipadas y operando eficientemente.

- 4 Centros Comunitarios de Aprendizaje equipados y operando.

- 1,957 niños beneficiados durante los 4 años de funcionamiento continuo de aulas de medios.

- 55 maestros capacitados y utilizando las aulas de medios.

• 450 niños capacitados durante 500 intervenciones del equipo técnico (5 horas por intervención) equivalentes a 2,500 horas.

• 248 padres de familia capacitados en temas relacionados al desarrollo educativo a largo plazo.

Marco Teórico

Para abordar la compleja situación socio ambiental de la zona, se utilizó el marco teórico de Pierre Bourdieu con especial énfasis en sus estudios sobre el papel de las instituciones escolares en el desarrollo de las personas, ya que permite entender el efecto de ella mediante 3 categorías (capitales): económico, cultural y social. El primero está construido a partir de los bienes materiales, acceso a capitales e inteligencia financiera; el segundo por el acceso y entendimiento a contenidos educativos, y el tercero por los títulos académicos y otros reconocimientos y relaciones sociales.

Para conceptualizar el fortalecimiento de capacidades se utilizó el trabajo de Amartya Sen, que las define como aquellas condiciones a las que puede acceder una persona para crear un cambio. Ambos acercamientos son importantes en el contexto del municipio Marqués de Comillas debido a que, a pesar de ser una zona de gran importancia biológica, estas capacidades se ven frecuentemente vulneradas debido a la falta de internalización de temas ambientales, factores de deterioro ambiental como la excesiva extracción de los recursos y las pocas alternativas de educación y trabajo. Esto ha provocado el agotamiento y la degradación de los ecosistemas y la priorización de la producción a corto plazo a costa del desarrollo social y ambiental, erosionando las opciones y la libertad de las futuras generaciones (Carabias, 2014).

Para el desarrollo y medición de las capacidades a desarrollar en los temas relacionados a la sensibilización ambiental, se adaptaron los temarios del programa Educar con Responsabilidad Ambiental; mientras que para los relacionados al fortalecimiento de capacidades se utilizaron los enfoques del P21. Finalmente, para medir el avance y efecto de las actividades, se utilizó la Taxonomía de Bloom (modelo que establece una jerarquía de niveles cognitivos que va adquiriendo una persona en el proceso de aprendizaje) adaptada a las necesidades para el cambio de actitud hacia el desarrollo sustentable. Se centró el trabajo de educación ambiental en los tres primeros niveles: recordar, comprender y aplicar; y el de fortalecimiento de capacidades en: aplicar, analizar, evaluar y crear.

El método Zettelkasten (“caja de notas” en alemán) es una herramienta para la gestión de conocimiento y síntesis de ideas de gran utilidad debido a las carencias educativas de la zona. Creado en Alemania, es un método de estudio que permite relacionar conceptos o ideas escritos en fichas bibliográficas, llamados notas permanentes. El segundo tipo de notas, las de referencia, vincula las ideas principales a partir de palabras clave en común entre fichas. Dicho esto, el éxito de este método está en generar índices que permitan

rastrear todas las fichas relacionadas a un concepto para utilizarlas en la creación de futuras síntesis. Una estructura que asemeja una red neuronal.

El método Zettelkasten es muy parecido al funcionamiento del cerebro En el proceso de aprendizaje. debido a que al ayudar a conectar pensamientos emergentes se da un proceso semejante al funcionamiento de una red neuronal. Podemos resumirlo de la siguiente forma: una red neural funciona por la comunicación entre neuronas (sinapsis) que es análogo a la creación de nuevas notas permanentes. Además, las notas permanentes escritas en fichas de resumen, las cuales podemos encontrar gracias a las notas de referencia, sería equivalente al proceso de mielinización que consiste en la formación de canales de mielina que facilitan la sinapsis y con ello la velocidad en la que recuperamos la información. Por esta razón, al estudiar algo por primera vez, como tocar la guitarra, por ejemplo, al inicio puede sentirse como algo muy extraño por la falta de mielina, pero si continuamos con la práctica adecuada, después de ciertas repeticiones la sensación ahora nos es familiar. Continuando con el ejemplo, si una persona estudia lo suficiente, es decir crea constantemente fichas de resumen y las relaciona con las bibliográficas, pasados los años podrá crear aportaciones únicas a cierto tema. Siguiendo el ejemplo, es como si una persona que sabe lo suficiente de teoría musical, relaciona las notas permanentes sobre teoría musical y otras notas que pueden no tener relación con la música para componer una canción.

El uso de un apoyo visual para escribir las notas (fichas bibliográficas y de resumen) y formar las relaciones (hilo, estambre o cualquier material que ayude a conectar las fichas de forma visual) permite desarrollar de forma intuitiva relaciones.

Además de que, al almacenar dichas fichas en cajas, estas permiten un aprendizaje progresivo al almacenar las notas en un mismo lugar y en el mismo formato, lo que a su vez promueve el proceso creativo de las personas que lo utilizan. También el método Zettelkasten es congruente con la Taxonomía de Bloom, pues permite *recordar* la información al leerla, *comprenderla* al haberla escrito siguiendo las reglas de redacción de ideas principales, y *aplicar* el conocimiento al desarrollar síntesis a partir de ideas previamente generada.

En resumen, el método Zettelkasten facilita considerablemente el aprendizaje progresivo y la formulación de síntesis. Además, en el proceso se almacena, recupera y conecta la información generada, lo cual, acompañado de software especializado como Roamresearch, Logseq, Scrintal entre otros, nos permiten realizar las acciones antes mencionadas de forma aún más eficiente y colaborativa. Lo anterior ha demostrado ser una estrategia especialmente efectiva a las necesidades de los niños, al considerar el profundo rezago educativo en el que viven. Es común encontrar a alumnos de quinto grado de primaria que no saben leer ni escribir o lo hacen con mucha dificultad. La gran mayoría no ha desarrollado habilidades de síntesis y su aprendizaje está sustentado casi en su totalidad en métodos inductivos basados en su experiencia (lo que ven en el campo al trabajar, lo que les cuentas sus padres y lo que escuchan en los medios de comunicación.

El desarrollo de modelos deductivos (modelo atómico de Bohr, ciclo del agua, teoría de hábitos), tan necesario y común en escuelas urbanas, está muy pobremente desarrollado en su formación por la dependencia casi total a métodos empíricos, sumado a la nula adecuación de los temarios en las escuelas y la irregularidad en su formación por la falta de maestros. Todo esto dificulta tener un aprendizaje progresivo, es por lo que, el uso de software acompañado de la práctica previa en forma física es adecuado, ya que permite hacer esta transición de forma efectiva del empirismo a la creación de modelos conceptuales, solventando uno de los problemas de aprendizaje más importantes en la zona.

c) Resumen de logros

Con este objetivo se busca fortalecer los conocimientos y habilidades de la población del municipio Marqués de Comillas, que ya ha recibido algún tipo de formación, así como ampliar los esfuerzos de capacitación para aquellos que apenas comienzan a involucrarse en algún proyecto productivo sustentable. Además, se desarrollan de manera continua diversas actividades de sensibilización ambiental con los niños y jóvenes del municipio, para que se formen en una cultura ambiental y, con el tiempo, puedan ser promotores de ella. Por otro lado, se busca que los socios propietarios de los proyectos productivos sustentables y sus familias mejoren sus capacidades y habilidades para manejar sus proyectos; y que se formen cuadros técnicos y profesionales locales, capaces de gestionar programas y proyectos para el desarrollo sustentable y así mantener la conectividad biológica en la región.

Los logros del objetivo del proyecto fueron:

- Beneficiarios
    - 255 niños y jóvenes participaron en actividades de sensibilización ambiental en la Estación Chajul.
    - 418 niños/jóvenes y 45 adultos participaron en las actividades de sensibilización ambiental en los ejidos del Marqués de Comillas.
    - 106 estudiantes y voluntarios fueron capacitados en temas relacionados al desarrollo sustentable.
    - Un joven apoyado por la beca Mario Luis Fuentes consiguió su título y 2 se encuentran en las últimas etapas de la carrera y en el desarrollo de su tesis.
    - Dos jóvenes apoyados por la beca participaron en el evento “Avanzando por una agenda ambiental juvenil interseccional: ocho años para lograrlo”, organizado por la red de jóvenes ambientalistas y El Colegio Nacional.
    - 3 empresas de ecoturismo cumplieron con los requisitos de evaluación de la certificación de los sellos Moderniza Ecoturístico y Punto Limpio.

- 7 guías de naturaleza de la empresa Selvaje se capacitaron en guía de bicicleta de montaña y diseño de sendero de bicicleta de montaña.
- 6 guías de naturaleza se capacitaron en mantenimiento de bicicleta de montaña.
- 19 guías de naturaleza de las empresas Canto de la Selva, Tamandua y Selvaje cursaron cuatro módulos de refrendo de la acreditación de guías de naturaleza de la NOM-09-TUR-2002, con los módulos "Técnicas básicas de observación de aves", "Turismo en el contexto de Covid-19", "Primeros Auxilios actualizado a un contexto de Covid19".
- 1 curso de contabilidad para 3 empresas sociales: Canto de la Selva, Campamento Tamandua y La Casa del Morpho.
- 9 guías del Centro Ecoturístico Selvaje refuerzan su conocimiento en la operación de puentes en el dosel de la selva y tirolesa.
- 4 guías del Campamento Tamandúa refuerzan su conocimiento sobre el descenso en rappel a cueva.
- 3 empresas sociales: Canto de la Selva, La Casa del Morpho y Campamento Tamandua participaron en la feria virtual Adventure Travel México, edición 2020.
- 1 capacitación sobre el plan de mantenimiento de bicicleta de montaña en el Centro Ecoturístico Selvaje.
- 24 cocineras de las empresas Canto de la Selva, Campamento Tamandua, Centro Ecoturístico Selvaje y Restaurante Bellavista participaron en el curso de cocina para reforzar sus capacidades en Manejo higiénico de los alimentos, Creación de Experiencias Gastronómicas con Identidad y Repostería.
- 4 cocineras del Restaurante Bellavista participaron en el curso de cocina sobre mariscos para ampliar su conocimiento sobre el adecuado manejo de éstos y diversificar las recetas que se ofrecen en la empresa.
- 10 miembros y empleadas del Restaurante Bellavista participaron en un taller de fortalecimiento de capacidades de organización y trabajo en equipo, diseñado y enfocado a mujeres.
- 2 intercambios de experiencias realizados donde miembros de todas las empresas visitaron el Centro Ecoturístico Selvaje y el Campamento Tamandua.
- 26 miembros de las empresas sociales ecoturísticas participan en los intercambios de experiencias.
- Se realizó una capacitación sobre Contabilidad y facturación para miembros de La Casa del Morpho.

- Los guías turísticos de Selvaje, Tamandua, Canto de la Selva y La Casa del Morpho asistieron al Encuentro Nacional de Guías de Naturaleza.
- Los guías del Campamento Tamandua asistieron al curso Plan de Emergencia, Análisis de Riesgos y Actualización de Botiquín COVID-19.
- Los guías de las empresas Canto de la Selva, Campamento Tamandua y Centro Ecoturístico Selvaje tomaron el curso de primeros auxilios y con ello completaron las horas de capacitación necesarias para el refrendo de su certificación como guías de turismo con especialidad en interpretación ambiental normada por la NOM09-TUR-2002.
- Dos guías del Centro ecoturístico Selvaje participaron en la feria Adventure Travel México, edición 2022, en Guanajuato, Guanajuato.
- Tres guías del Centro Ecoturístico Selvaje recibieron el curso de Mantenimiento especializado en Puentes colgantes.
- El personal de Canto de la Selva recibió actualización y alineación para los distintivos Moderniza Ecoturístico y Punto Limpio.

- Material didáctico
  - Rompecabezas ciclo del agua.
  - Maratón Selvático.
  - Acompáñame a la selva.
  - Cuento "El pecarí de labios blancos".
  - Biocomunidad.
  - Nuestra selva.
  - Guía de aves.
  - Guía “identifica tu huella”.
  - Guía de senderos.
  - 3 videos sobre la biodiversidad, el cambio climático y el desarrollo sustentable, entregados a profesores de Marqués de Comillas, como apoyo para impartir sus clases.
  - 1 cuadernillo de actividades didácticas sobre biodiversidad de las aves y sobre los efectos del cambio climático y la pérdida de biodiversidad en la salud de los ecosistemas y en las personas tocando el tema de COVID-19, entregado a los niños de los ejidos: Pirú, Santa Rita, Chajul, Playón de la Gloria, Galacia, Flor del Marqués, Emiliano Zapata, La Victoria, Quiringüicharo y Lic. Adolfo López Mateos.

- 1 recopilación de materiales didácticos para que en futuras ocasiones los estudiantes de servicio social y voluntarios que participan en las actividades de educación y sensibilización ambiental tengan acceso a éstos en la selva sin necesidad de internet.

- 1 compendio de infografías sobre la pandemia Covid-19, formas de transmisión y las medidas y disposiciones oficiales para evitar el contagio.

- 1 curso sobre "Técnicas narrativas para libros infantiles" fue tomado por personal de educación ambiental de Natura y Ecosistemas Mexicanos, con el objetivo de mejorar los materiales pedagógicos que se elaboran para estas actividades.

d) Obstáculos del proyecto

La contingencia sanitaria de la COVID-19 afectó las actividades de educación ambiental y de fortalecimiento de capacidades comprometidas de manera presencial. Dichas actividades implicaban congregar a los niños que aún no habían regresado de manera constante a las actividades escolares; los comités de padres no estuvieron de acuerdo en que sus hijos acudieran a actividades extraescolares por considerarlo un riesgo para sus familias. Para la acción de fortalecimiento de capacidades de los trabajadores de las empresas, fue necesario posponer algunos cursos planeados para las empresas sociales y cerrar las empresas a partir del mes de marzo de 2020. Fue hasta que se tuvieron las condiciones sanitarias óptimas para el regreso a las actividades presenciales que se retomaron las actividades de educación ambiental y capacitación.

Para las escuelas el principal obstáculo a enfrentar fue de infraestructura debido a las fallas de las instalaciones eléctricas y el deterioro de los equipos de cómputo que han superado su tiempo de vida útil, estimado entre 7 y 8 años (la mayoría de los equipos fueron donados en 2012).

Algunos de los impactos de la pandemia en las actividades de capacitación fueron el retraso de los cursos de bicicleta de montaña para el centro ecoturístico Selvaje, de aviturismo para los guías de naturaleza de las empresas Canto de la Selva, Campamento Tamandua y Centro Ecoturístico Selvaje. Asimismo, no fue posible concretar los trámites ante Sectur para la obtención de los sellos Moderniza, Punto Limpio y la acreditación de guías de naturaleza. Los intercambios de experiencias y ferias turísticas nacionales a las que asistirían representantes de dos empresas para promocionarlas se pospusieron.

Además de los efectos de la pandemia, la creciente del río Lacantún que tuvo lugar a mediados de noviembre del 2020, afectó gravemente al Hotel Canto de la Selva y el exhibidor de mariposas de La Casa del Morpho.

e) Desarrollo de actividades

Para alcanzar el objetivo de “Fortalecer las capacidades de la población local para la conservación de los ecosistemas naturales, el manejo sustentable y la restauración ambiental, así como sensibilizar a la población sobre la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos” se llevaron a cabo dos grandes acciones con sus respectivas actividades. Las acciones del presente objetivo y que se desarrollan a continuación son:

- 4.1 Realizar jornadas educativas para contribuir a la educación de niños y jóvenes de los ejidos de Marqués de Comillas con una visión que incorpore la sustentabilidad ambiental; y,

- 4.2 Fortalecer las capacidades y habilidades de los ejidatarios socios de las empresas sociales sustentables de Marqués de Comillas.

Acción 4.1 <u>Realizar jornadas educativas para contribuir a la educación de niños y jóvenes de los ejidos de Marqués de Comillas con una visión que incorpore la sustentabilidad ambiental.</u>

I. Organizar visitas de educación ambiental de escuelas de primaria, secundaria y bachillerato de ejidos del Marqués de Comillas a la Estación Chajul.
II. Capacitar a los estudiantes de servicio social y voluntarios para que participen en las actividades de educación ambiental que se llevarán a cabo en los ejidos y en la Estación Chajul.
III. Elaborar material didáctico y de difusión sobre temas ambientales para distribuirse en los poblados de la región y realizar el acopio de material didáctico para donar a escuelas del Marqués de Comillas.
IV. Evaluar el cambio de actitud frente a temas de medio ambiente y percepción sobre la naturaleza como efecto de las actividades de educación ambiental.

Indicador de progreso comprometido: 100%; indicador de progreso alcanzado: 100%

I. Organizar visitas de educación ambiental de escuelas de primaria, secundaria y bachillerato de ejidos del Marqués de Comillas a la Estación Chajul

A lo largo de 11 jornadas educativas se implementaron 36 intervenciones cumpliendo con 8 objetivos de aprendizaje para el cumplimiento de la acción 4.1, correspondiendo los apartados I y II a las acciones de implementación y los III y IV apartados de apoyo para la implementación (tabla 1).

Tabla 1 Educación ambiental a los ejidos del Marqués de Comillas

#	Fecha	Actividad	Ejido	Material didáctico	Objetivo de aprendizaje
1	**Enero 2020**	Curso "Biodiversidad e interacciones bióticas" en visitas a escuelas y en la estación Chajul	-Secundaria comunitaria "24 de agosto" de Playón de la Gloria, -Telesecundaria 710 "Benito Juárez", ejido Boca de Chajul, -Primaria "Niños Héroes", ejido Santa Rita, -Primaria Álvaro Obregón, ejido Playón de la Gloria	Guía de aves (Anexo4.1.3h_2022-6-6) Guía de Huellas (Anexo4.1.3g_2022-6) Material lúdico (Anexo4.1.3a-f_2022-6) Guías de senderos (Anexo4.1.3i_2022-6)	Relacionar los elementos bióticos y abióticos de la selva como herramienta para la síntesis de información
2	**Enero 2021**	Entrega a domicilio de cuadernillo de actividades sobre deterioro ambiental y la	-El Pirú, -Santa Rita, -Chajul, -Playón de la Gloria, -Galacia,	Cuadernillos de actividades (Anexo4.1.3j-k_2022-6)	Identificar los efectos del deterioro ambiental y la pérdida de biodiversidad

		pérdida de la biodiversidad	-Flor del Marqués, -Emiliano Zapata, -La Victoria, -Quiringüicharo, -La Corona y -Lic. Adolfo López Mateos		
3	**Agosto y diciembre 2021**	Taller "Eusociedades"	El Pirú y Boca de Chajul		Generar una exploración de su pensamiento y emociones, tomando como premisa la colaboración y organización que se observa en las eusociedades.
4	**Febrero 2022**	Curso "Elementos bióticos y abióticos de la selva"	Pirú, Galacia, Adolfo López Mateos y Flor de Marqués,	Guías de senderos (Anexo4.1.3i_2022-6)	Relacionar los elementos bióticos y abióticos de la selva como herramienta para la síntesis de información
5	**Marzo y abril 2022**	Taller "Cooperación, coordinación y comunicación en equipo"	Adolfo López Mateos, Ejido Santa Rita		Fomentar el trabajo en equipo
6	**Abril 2022**	Curso "Método Zettelkasten"	Boca de Chajul	*Kit Zettelkasten*	Relacionar los elementos bióticos y abióticos de la selva como herramienta para la síntesis de información
7	**Abril 2022**	Práctica de computación: "Búsqueda de información sobre especies de animales"	Galacia		Recordar prácticas básicas de computación
8	**Abril 2022**	Pláticas de educación ambiental con mujeres "El papel de la mujer en el desarrollo sustentable"	Galicia		Reconocer el papel de las mujeres en el desarrollo sustentable
9	**Junio 2022**	Taller "Monitoreo de mamíferos"	Escuela primaria de los ejidos: Santa Rita, Adolfo López Mateos, Flor del Marqués, Playón de la Gloria, El Pirú, La Corona. Escuela secundaria del ejido La Unión.	Guía de Huellas (Anexo4.1.3g_2022-6) Guías de senderos (Anexo4.1.3i_2022-6)	Ejemplificar características de diferentes tipos de rastros de animales para su posible identificación a partir de los métodos inductivo y deductivo, y sus aplicaciones en

					materia de conservación.
10	**Octubre 2022**	Curso "La biología, amenazas y conservación de la guacamaya roja"	Flor del Marqués	*Kit Zettelkasten* Guías de senderos (Anexo4.1.3i_2022-6)	Generar un cambio de actitud en las infancias respecto al valor de la guacamaya roja y su efecto en el ecosistema.
11	**Noviembre 2022**	Feria ambiental:	Adolfo López Mateos, Flor del Marqués	*Kit Zettelkasten* Material lúdico (Anexo4.1.3a-f_2022-6)	Recuperar la información ofrecida durante las pláticas ambientales y la vista a la estación Chajul sobre la importancia de la selva y el papel de los niños en su cuidado y relacionar dichos conocimientos con la interacción estrecha que tiene la selva de los ejidos con la de la Reserva de la Biosfera Montes Azules mediante prácticas visuales apoyadas del material didáctico del museo comunitario instalado en Bellavista

Objetivo de aprendizaje 1: Relacionar los elementos bióticos y abióticos de la selva como herramienta para la síntesis de información.

Para el desarrollo del objetivo de aprendizaje 1 "Que los niños relacionaran los elementos bióticos y abióticos de la selva como herramienta para la síntesis de información" se realizaron dos intervenciones educativas por escuela para el reforzamiento de los temas impartidos (jornadas 1, 4 y 6). En la primera visita, se aspiró a que los niños alcanzaran el nivel de conocer, presentándoles por primera vez los conceptos y la explicación de diversas interacciones mediante una exposición y actividades de reforzamiento de los conceptos. La siguiente intervención se dividió temporalmente en dos jornadas (4 y 6), las cuales se diseñaron con la intención de que los niños retomaran los conocimientos aprendidos y alcanzaran el nivel de comprender las interacciones y su efecto en el ecosistema a partir de actividades donde ellos determinaban las interacciones y el espacio donde se llevaban a cabo en el ecosistema.

Jornada 1

Durante la primera jornada del 11 al 25 de enero del 2020, se realizaron diversas actividades de sensibilización ambiental, en donde 4 escuelas (tabla 1) visitaron la Estación Chajul, el equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos visitó la escuela

primaria de Quiringuicharo, se llevaron a cabo talleres de música y se realizó una feria ambiental. En el conjunto de actividades se contó con la participación de 219 personas (Anexo4.1.1a_2022-6-6 y Anexo4.1.1b_2022-6).

Como actividad introductoria, tanto en visitas a la Estación Chajul como en visitas a escuelas, se realizó una presentación del tema "Biodiversidad e interacciones bióticas", en la que ubicó geográficamente a los presentes, se explicó el concepto de biodiversidad en general, y luego específica de la región. Posteriormente se explicó que los organismos se encuentran interactuando entre ellos y el medio, se mencionó en qué consistían las interacciones, los diferentes tipos de interacciones y algunos ejemplos de la selva, que posiblemente verían después al interior de los senderos.

La Estación Chajul cuenta con la infraestructura suficiente para realizar actividades al interior de la selva haciendo uso de los senderos localizados dentro de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA). Las explicaciones de dichos senderos pueden encontrarse en el Anexo4.1.3n_2022-6 "Guía de senderos". Durante este primer recorrido en la selva, se les habló sobre la importancia ecológica del ecosistema y las interacciones biológicas que ocurren en éste. Al regresar del sendero se reforzó lo aprendido con el juego "Polibicho", el cual explica de manera lúdica interacciones biológicas como la polinización (mutualismo) y la depredación, además de la importancia de la diversidad genética.

Como última actividad, se trasladó a los niños y jóvenes al restaurante Bellavista, en el ejido Lic. Adolfo López Mateos, en donde se realizó una visita guiada por el museo del restaurante y se reiteró la importancia de la conservación de la RBMA con el material exhibido en el museo. Además, se añadió bajo la misma lógica de importancia, el papel de las interacciones de la selva conservada de los ejidos del Marqués de Comillas, gracias a las actividades que se realizan en sus ejidos y que funcionan como elementos para mantener una conectividad en el paisaje y asegurar la conservación de la biodiversidad de la Selva Lacandona y algunas metapoblaciones que se comparten con Guatemala y Belice. Se les enseñaron canciones a los niños, como el son jarocho "La Guacamaya" y la canción nahua "El Tecolotito" que posteriormente se presentaron en una feria ambiental. Como última actividad se jugó a la lotería "La Selva Nos Une".



Fig. 1 Niños y jóvenes de Playón de la Gloria en actividades lúdicas en la Estación Chajul y en el museo del restaurante Bellavista.



Fig. 2 Niños de Santa Rita y Pirú en actividades lúdicas en la Estación Chajul.

Además de la visita de las escuelas a la Estación Chajul, se llevaron a cabo pláticas informativas acompañadas de actividades lúdicas en escuelas de ejidos del municipio Marqués de Comillas. Se visitó la escuela primaria "José Vasconcelos Calderón" del ejido Quiringüicharo, el día 22 de enero en donde se impartió la plática de biodiversidad e interacciones bióticas y se jugó el juego "Polibicho" en el patio de la escuela. En estas actividades participaron 57 niños de 5° y 6° de primaria.



Fig. 3 Actividades de sensibilización en la escuela primaria del ejido Quiringüicharo.

En el caso particular del ejido de El Pirú, para darle continuidad a la actividad musical que se llevó a cabo en la Estación Chajul con los niños del ejido, los servicios sociales y

voluntarios, en conjunto con el personal técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos, organizaron una feria ambiental en el ejido. Para esto, los dos días posteriores a la visita que realizaron a la estación Chajul, se retomó el taller de música en la escuela del ejido para que más niños se unieran y pudieran presentar las canciones en la feria. En este taller, se terminó de preparar las canciones "La Guacamaya" y la canción nahua "El Tecolotito". En total participaron 24 niños.

El día 25 de enero, se realizó la feria ambiental en el ejido El Pirú, en ella se buscó generar un espacio en el cual se pudieran converger las distintas expresiones artísticas enfocadas al arraigo de la selva en su comunidad. También se buscó exponer a los niños a manifestaciones artísticas que contribuyan a su formación, a su creatividad y a mejorar sus formas de expresión; y al mismo tiempo generar una mayor integración del grupo y participación de la comunidad. Además de la participación de los niños y los ejidatarios en la feria, ésta se llevó a cabo en conjunto con los servicios y voluntarios quienes realizaron una obra de teatro sobre las interacciones bióticas, el ser humano y la importancia del cuidado de la selva. Se realizaron distintos juegos y actividades lúdicas con niños, jóvenes y adultos contando con una participación de 36 niños y 34 adultos, estos juegos fueron algunos que formaron parte del material didáctico (Anexo4.1.3) (Anexo4.1.1b_2022-6).



Fig. 4 Feria ambiental en el ejido El Pirú.

Jornada 4

En los meses de febrero y abril de 2022 se llevaron a cabo 4 visitas a la Estación Chajul en donde participaron 79 niños de cuarto a sexto grado de primaria. Los ejidos que asistieron fueron: El Pirú, Galacia, Adolfo López Mateos y Flor de Marqués, los días 5, 9, 10 y 11 de febrero. Además, el equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos asistió a la escuela de El Pirú el 3 de febrero.

Esta jornada se planteó como continuación de la primera jornada cuyo objetivo de aprendizaje fue que los niños relacionaran los elementos bióticos y abióticos de la selva como herramienta para la síntesis de información. Partiendo de que los niños ya contaban

con la información y conceptos clave, sabían qué es una interacción, que existen diferentes tipos y podían recordar algunos ejemplos de la selva, con esta intervención se planeó alcanzar el siguiente nivel de aprendizaje de acuerdo con la taxonomía de Bloom, que en este caso fue el nivel de comprensión. Para lograrlo se desarrolló el Plan de trabajo de curso "Elementos bióticos y abióticos de la selva" para intervenciones en escuela y para visitas a la estación disponibles en el Anexo4.1.1c-g_2022-6.

Visita a la escuela Benito Juárez, ejido El Pirú, 3 de febrero del 2022. Número de asistentes: 23

Se empleó el método *Zettelkasten* y se compartió de forma bidireccional información de la guacamaya roja (*Ara macao*), haciendo énfasis en su importancia y las interacciones en las que participa. Se plantearon diferentes actividades como adivinar el animal secreto a partir de preguntas clave y el llenado de tarjetas con ideas principales de la guacamaya, poniendo en práctica el método *Zettelkasten*. Dichas actividades se adecuaron a las capacidades de los niños de ese ejido, considerando las fortalezas y debilidades de cada uno de los participantes, así como la infraestructura con la que se contaba. La mayoría de los criterios de éxito se cumplieron total o parcialmente (Anexo 4.1.1c_2022-6, tabla 4).

Se observó que cuando reciben instrucciones claras y se les asiste, los niños son capaces de reconocer ideas principales, en este caso aquellas referentes a la guacamaya roja. Realizar estas actividades resultó muy benéfico para los niños, ya que impulsa el proceso de síntesis a diferentes niveles, por ejemplo, el dibujo, la identificación de ideas hasta oraciones más complejas, llegando incluso a la elaboración de algunos párrafos, lo que, si bien es parte de la teoría de cambio, no fue suficiente para llegar a su cumplimiento total, por lo que se requiere de más intervenciones. Debido a las limitaciones de las escuelas, la falta de material didáctico, pero principalmente la imposibilidad de adentrarnos en la selva para que los estudiantes vieran todas las interacciones, a las guacamayas y sus hábitos, se optó por retomar la actividad en la estación Chajul (Anexo4.1.1c_2022-6).



Fig. 5 Los niños fueron capaces de incluir en sus tarjetas la mayoría de las ideas principales de la plática sobre la guacamaya roja, sin embargo, las diferencias en edad, escolaridad y modalidad de trabajo en equipos representaron barreras el desarrollo de la actividad.



Fig. 6 Los niños participaron entusiastamente en las actividades lúdicas, siendo ellos quienes propusieron la mayoría de los juegos, integrándose los miembros del equipo al juego.

Visitas a la Estación Chajul

Dentro de las actividades que se realizaron en la estación Chajul, se encuentran el recorrido por el sendero dentro de la RBMA, en donde se ve la estructura de la selva a través de estaciones definidas y la retroalimentación con los niños y jóvenes. En cuanto a la estructura del sendero, se establecieron ocho estaciones, que tuvieron un hilo conductor espacial que consistió en identificar cada relación biótica o abiótica explicada en los estratos de la selva (dosel, parte media y sotobosque). Cada una de las estaciones consistió en realizar primero preguntas sobre alguna interacción de la selva, después una breve explicación de ésta y algunas veces se realizó una actividad donde participaban los niños representando la interacción.

Una vez terminado el sendero, se pasaba a la actividad de retroalimentación. La retroalimentación se dividió en dos partes, la primera consistía en ordenar tarjetas con elementos de la selva en sus tres estratos; la segunda actividad consistió en utilizar la misma tarjeta más otras con dibujos de factores abióticos y de seres vivos, las cuales tenían que relacionar. Las relaciones se representaron con tiras de papel que unían a los organismos que representaban la interacción.

Visita a la Estación ejido El Pirú, 5 de febrero de 2022. Número de asistentes: 19

La visita inició con un recorrido por la Estación. Dado que previamente se visitó y se conoció a los niños de la primaria Benito Juárez, ya existía un clima de confianza, lo que facilitó la interacción con ellos. Posteriormente, se les dio de desayunar con el fin de que tuvieran la suficiente energía para recorrer la selva.

Al regresar del sendero se realizó un ejercicio de síntesis que consistió en relacionar los elementos bióticos y abióticos con tarjetas. Los niños pudieron conectar los distintos elementos obteniendo diferentes resultados en cada equipo, situación que sirvió para explicar la complejidad de las interacciones en la selva. Por último, los niños eligieron el juego con temática de selva de su preferencia. Para esta actividad se cumplieron los criterios de éxito ya que todos los niños se integraron y realizaron las actividades (Anexo4.1.1d_2022-6).

Visita a la Estación ejido Galacia, 9 de febrero del 2022. Número de asistentes: 23,

Durante la visita a la Estación, los niños del ejido Galacia realizaron el recorrido por los senderos al interior de la selva, en los que pudieron observar diferentes organismos, las interacciones del ecosistema, los estratos de la selva entre otros factores. Posterior a ello hicieron las actividades de tarjetas planteadas; en esta ocasión, se armaron grupos bastante equilibrados y en su mayoría lograron identificar un gran número de las relaciones entre los agentes bióticos y abióticos de su entorno, estableciendo una narrativa entre ellos y ordenándolas en el estrato correspondiente.

La explicación constante de las actividades y una buena planeación del sendero permitieron mantener la atención de los niños por mayor tiempo y con ello, su participación; que se reflejó en su desempeño en la actividad de retroalimentación, en donde la mayoría de los equipos superó por mucho el número mínimo de relaciones obtenidas con grupos pasados.

Por último, se construyó una conclusión grupal, en la que de forma abierta se escuchó a los participantes. Al ser tan abierta se comenzó a desviar hacia temas importantes, pero no abordados durante la actividad. (Anexo4.1.1e_2022-6).



Fig. 7 Ejercicio sobre identificación de los estratos de la selva con sus respectivos elementos.



Fig. 8 Foto grupal con niños del ejido Galacia.

Visita a la Estación ejido Adolfo López Mateos, 10 de febrero del 2022. Número de asistentes: 25

En esta intervención, los niños del ejido Adolfo López Mateos, realizaron el recorrido en el sendero para apreciar las interacciones bióticas y abióticas de la selva. En el sendero se priorizó mantener la atención de los alumnos y alumnas durante todo el trayecto del sendero bajo el supuesto de que, si eso ocurría, los niños tendrían un mejor desempeño en las actividades posteriores. Para ello, en cada estación del sendero se les dieron indicaciones para que se acomodaran de tal modo que todos pudieran ver y escuchar. A pesar de que en esta ocasión la atención se disipó en menor medida, el dar tantas instrucciones de manera continua ralentizó el recorrido y al regresar a la estación los niños parecían agotados. No obstante, realizaron las actividades y los criterios de éxito se cumplieron.

En el ejercicio de asociación de los elementos a los estratos correspondientes se cumplió el criterio de éxito, ya que los niños pudieron colocar los distintos elementos en el estrato de la selva correspondiente. Para la actividad de relación entre los principales elementos

bióticos y abióticos, también se cumplió el criterio de éxito. Esta vez, cada voluntario representó un elemento de la selva. Sin embargo, pese a que se les explicó previamente en el pizarrón cómo se establecen las relaciones, hizo falta una ejemplificación más llamativa porque los menores se limitaron a unir los elementos en pares. Por otra parte, los diagramas consenso fueron muy útiles porque permitieron tener criterios de éxito cuantificables. Por último, los niños eligieron el juego con temática de selva de su preferencia, en el que todos los niños se integraron (Anexo4.1.1f_2022-6).



Fig. 9 Sendero recorrido y explicado al ejido Adolfo López Mateos.



Fig. 10 Relaciones bióticas y abióticas.

Visita a la Estación, ejido Flor de Marqués, 11 de febrero del 2022. Número de asistentes: 12.

Los niños de la escuela primaria del ejido flor del Marqués, visitaron la Estación Chajul, se introdujeron a la selva por los senderos donde observaron las interacciones bióticas y abióticas del ecosistema. En el ejercicio de asociación de los elementos a los estratos correspondientes, se cumplió el criterio de éxito, ya que los niños pudieron colocar los distintos elementos en el estrato de la selva correspondiente. Para la actividad de relacionar los elementos bióticos y abióticos se explicaron varias veces las instrucciones

y en qué consistían las conexiones representativas de las interacciones. Cada voluntario representó un elemento de la selva y el establecimiento de la relación fue ejemplificado mediante el desplazamiento físico de un determinado voluntario hacia otros, tratando de que no se viera algo binario, además se reforzó varias veces para cada equipo. Los niños determinaron numerosas conexiones en algunos casos entre más de dos elementos por lo que se consideró que se cumplieron los criterios de éxito.

Entre las principales deficiencias observadas en los niños de los ejidos del municipio de Marqués de Comillas, está la incapacidad para generar una síntesis a partir de información brindada. Uno de los pasos para llegar a una síntesis de información es la capacidad de relacionar conceptos clave, generando una narrativa extrapolable a su cotidianidad; por lo que la presente actividad tuvo como objetivo que los estudiantes relacionaran los principales conceptos brindados en una visita al sendero dentro de la Estación Chajul. Con esto se espera avanzar hacia lograr una síntesis entre la información impartida y su realidad (Anexo4.1.1g_2022-6).



Fig. 11 Los niños además de mostrarse entusiastas a lo enseñado durante el sendero compartieron su propio conocimiento, por ejemplo, a través de la identificación de huellas de animales.



Fig. 12 Los niños recrearon la competencia por factores abióticos durante la germinación de los árboles a través de mímica.



Fig. 13 Los niños junto a padres de familia y maestros ejemplificaron las interacciones que existen entre hongos y plantas.



Fig. 14 Durante la planeación se buscó explorar las fortalezas individuales y como equipo de los integrantes.

Jornada 6

Visita a la escuela secundaria, ejido Boca de Chajul, 25 de abril del 2022. Número de asistentes: 29

Por la edad y el nivel educativo de la Telesecundaria 710 “Benito Juárez”, ejido Boca de Chajul, se llevó a cabo una adaptación del curso de “Elementos bióticos y abióticos de la selva” impartido a los niños de nivel primaria durante los meses previos. Con el objetivo de adaptarlo para jóvenes de nivel secundaria, se hizo un mayor énfasis en la identificación de ideas principales, el análisis de la información y la capacidad de síntesis. A partir de información y entornos conocidos se desarrollaron las actividades que representaron un desafío para los jóvenes y una oportunidad de retomar los conocimientos de los estudiantes, ya que algunos de ellos previamente habían participado en alguna de las actividades de Natura y Ecosistemas Mexicanos (visitas a la estación y cursos).

Las actividades realizadas consistieron en la explicación del método Zettelkasten, enfatizando en la utilidad que tiene al vincular ideas principales y elaborar una síntesis. Se dieron algunos ejemplos de su aplicación y se comentaron entre los jóvenes algunas actividades en donde puede ser útil el método. Se realizaron actividades para resumir información en ideas principales a partir de una actividad lúdica en la que con pocas

oraciones tratan de que sus compañeros identifiquen una película. Posteriormente, se les explicó sobre la biología del jabirú (*Jabiru mycteria*) y el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y con algunas ideas principales realizaron un resumen.

El método *Zettelkasten* representa un reto complejo para los estudiantes. Por lo tanto, es un proceso que debe practicarse y perfeccionarse con el tiempo, con la finalidad de que esta habilidad la puedan implementar para su vida académica, laboral y personal. Realizar todos los pasos en una sesión resultó ser un proceso difícil y cansado para los alumnos, ya que no están acostumbrados a trabajar de manera intensiva bajo las nuevas restricciones por Covid-19. Cabe destacar que los jóvenes quienes previamente habían colaborado con Natura y Ecosistemas Mexicanos fueron los impulsores de las actividades ya que en algún momento se familiarizaron con el modelo de trabajo y los conceptos clave. Permitir que los jóvenes apoyaran a sus compañeros permitió que se cumplieran los objetivos (Anexo4.1.1h_2022-6).



Fig. 15 Intervención Zettelkasten en la secundaria del ejido boca de Chajul.

Objetivo de aprendizaje: Identificar los efectos del deterioro ambiental y la pérdida de biodiversidad

Jornada 2

Para enero 2021, no se pudieron llevar a cabo las actividades de campo comprometidas para periodo, debido a la pandemia por Covid-19. A pesar de que el semáforo epidemiológico establecido por el gobierno federal en el estado de Chiapas cambió a verde, las actividades escolares aún no se habían retomado por completo. Hasta esa fecha, la situación escolar en Marqués de Comillas seguía siendo muy irregular, en la mayoría de los ejidos que tienen profesores del estado no se habían retomado las actividades presenciales en las escuelas, y las que contaban con profesores locales solo asistían a clases en grupos pequeños una vez a la semana o cada 15 días. Además, los comités de padres seguían sin estar de acuerdo que sus hijos volvieran a clases ni a actividades presenciales extraescolares como las que lleva a cabo Natura y Ecosistemas Mexicanos con los niños.

Por esta razón se pospusieron las actividades de campo presenciales con los niños. Sin embargo, para poder seguir en contacto con ellos, se realizó un cuadernillo de actividades sobre el deterioro ambiental y la pérdida de la biodiversidad. En este cuadernillo se

explica cómo la pérdida de biodiversidad trae numerosas consecuencias, las cuales no solo afectan al medio ambiente y a otras especies, sino también al ser humano, ya que somos una especie más que dependemos de la salud de los ecosistemas.

Además, para conmemorar el día mundial de las aves, se diseñó otro cuadernillo en el que se muestra la biodiversidad de las aves y se habla sobre los efectos del cambio climático y la pérdida de biodiversidad en la salud de los ecosistemas y las personas. Ambos cuadernillos fueron entregados casa por casa a 390 niños y jóvenes de los ejidos El Pirú, Santa Rita, Chajul, Playón de la Gloria, Galacia, Flor del Marqués, Emiliano Zapata, La Victoria, Quiringüicharo, La Corona y Lic. Adolfo López Mateos, a través del comité de representación de Pago por Servicios Ambientales (PSA) de cada ejido (Anexo 4.1.3i_2022-6 y Anexo4.1.3j_2022-6).



Fig. 16 Entrega de cuadernillos de actividades de la jornada de educación ambiental al comité de representación de PSA a 11 ejidos de Marqués de Comillas.

Objetivo de aprendizaje: Generar una exploración de ellos mismos a través de su pensamiento y emociones, tomando como premisa la colaboración y organización que se observa en las eusociedades.

Jornada 3

Como consecuencia del confinamiento generado por la pandemia por Covid-19, los niños perdieron el contacto con sus amistades, sus rutinas, su capacidad de concentración y la motivación a continuar sus estudios de forma autodidacta. Para promover el autocuidado y la seguridad psicológica en los niños, se diseñó un taller en el que se puso en práctica estas habilidades de reconocimiento de los pensamientos y emociones. Taller que, también por motivos de la pandemia por Covid-19, solo pudo ser presentado en las escuelas primarias de los ejidos El Pirú y Boca de Chajul. Estas actividades se llevaron a cabo tanto en las escuelas como en la Estación Chajul durante los días 11 de agosto 2021 y 3, 8 y 9 de diciembre, 2021 (Anexo4.1.1i-l_2022-6).

Visita a la escuela primaria ejido El Pirú. Fecha 11 de agosto del 2021. Número de asistentes: 12

El planteamiento para esta primera intervención fue: “Si estamos concentrados y somos conscientes de lo que nos rodea será más fácil la interacción, y a partir de ésta, crear mejores cosas en conjunto”, tal como lo hacen las eusociedades de los insectos, que funcionan como si fueran un solo organismo. Para poner en práctica estas habilidades se diseñó un curso en donde se utilizaron prácticamente todos los elementos del aula de medios del ejido El Pirú (computadoras, teclado, tableta de dibujo, guitarra), en combinación con actividades por escrito y al aire libre, de tal manera que se repasara el uso y los reglamentos de organización que ya conocen los niños, con la incorporación de los protocolos sanitarios para prevenir el Covid-19.

Se realizaron actividades para explorar su estado de ánimo y para reconocer la influencia que tiene cada uno de los niños para que se hagan las actividades dentro del equipo. Se practicaron ejercicios de mindfulness y se buscó reconocer la importancia del aprendizaje y la práctica. Esto, porque había estado siendo complicado que los niños siguieran visualizando la importancia del autoaprendizaje estando a distancia durante un año y medio. Se incentivó a los niños a que, aunque se presenten esas adversidades, es necesario que no dejemos de aprender y que sigamos trabajando como las eusociedades. Posteriormente se dedicaron a practicar algo complicado y a manejar sus emociones mediante actividades artísticas, tocar instrumentos como la guitarra, el teclado o bocetear en la tableta de dibujo. Los niños que ya conocen los instrumentos no tuvieron problemas, sin embargo, fue más complicado para aquellos que no estaban tan familiarizados, para los que se hicieron ejercicios con la intención de que pudieran lidiar con la frustración que les pudo provocar las actividades.

Por último, se hicieron reflexiones para establecer las similitudes entre las actividades y las emociones. La mayoría de los niños estaban muy contentos por volver a ver a sus compañeros, al equipo técnico y por reanudar actividades en el aula (Anexo4.1.1i_2022-6).



Fig. 17 Durante el curso de Eusociedad, se observa niños utilizando el equipo de cómputo y teclado.

Visita a la escuela primaria: ejido Boca de Chajul. Fecha 3 de diciembre del 2021. Número de asistentes: 30

En diciembre del 2021, el comité de padres del ejido Boca de Chajul y el director de la escuela primaria Enrique C. Rébsamen accedieron a retomar las actividades de educación ambiental impartidas por Natura y Ecosistemas Mexicanos, estas actividades se llevaron a cabo tanto en la escuela como en la Estación Chajul, donde se impartió el curso eusociedades, para este curso se retomaron el tema y los objetivos del curso impartido en El Pirú, pero con pequeñas variantes. El 3 de diciembre se acudió a la escuela primaria del ejido, en donde se trabajó con 30 niños de 1° y 2° de primaria.

Se narró el cuento "Horacia la hormiga", en donde se resaltaron los distintos trabajos y castas que tienen las hormigas para mantener al hormiguero funcional. A lo largo del cuento se incluyó una palabra clave que, al mencionarla indicaba a los niños que deben salir corriendo, los monitores tenían que atraparlos y una vez que todos los niños fueron atrapados, se continuó con la historia.

Con ayuda del juego "Pato, ganso", se inició una ronda de participaciones. Los niños respondieron a las preguntas: ¿Qué tipo de hormiga me gustaría ser? ¿Cómo me sentí durante la pandemia? ¿Extrañaba la escuela?

En aula de cómputo, los niños que tenían mayor conocimiento y práctica con las computadoras apoyaron a aquellos que nunca las habían usado y/o tenían dudas acerca de su funcionamiento. Los niños respondieron las preguntas: ¿De quién aprendo? ¿Quién puede ayudarme a estudiar y a entender un tema? ¿Cómo podemos mejorar nuestro aprendizaje? (Anexo4.1.1j_2022-6)



Fig. 18 Durante el curso de Eusociedad, los niños se encuentran realizando actividades lúdicas al aire libre.

Visita a la estación Chajul Ejido Boca de Chajul Fecha 8 y 9 de diciembre del 2021

Además de la actividad realizada en la escuela primaria con los alumnos de 1° y 2° de primaria, los días 8 y 9 de diciembre, los niños de 3°,4°, 5° y 6° de primaria visitaron la

Estación Chajul, se acordó con los profesores y padres de familia la visita de 15 niños por día, el criterio de elección fue tomado por ellos con la condición de representatividad de todos los grados. En todo momento se siguieron las indicaciones sanitarias respetando la sana distancia, el uso de cubrebocas y lavado de manos frecuente.

El 8 de diciembre asistieron 12 niños a la Estación Chajul. Cuando se realizó la visita en su escuela, los niños mostraron mucho entusiasmo de participar en actividades grupales como los juegos, charlas y el aula de medios. Muchos de ellos relataron lo mucho que habían extrañado sus actividades escolares y lo cansado que les parecía estar tanto tiempo en casa. Por esta razón, se consideró que la visita a la estación Chajul podría ser muy valiosa para los niños ya que 1) reforzaría su disposición a seguir participando en actividades grupales y además, se podría enfatizar la narrativa de las eusociedades y la importancia del trabajo en equipo entre ellos; 2) se estimularía a los chicos que ya les gusta la biología a seguir formándose en este campo y en aquellos que no estén tan interesados sembrar la curiosidad para mejorar la relación del humano con la naturaleza enfocada al desarrollo sustentable; 3) los niños aprenderían sobre la importancia de la selva como un ecosistema esencial para el bienestar de su comunidad y para muchas más personas que se benefician de los servicios que esta ofrece. El plan de trabajo se describe en Anexo4.1.1k_2022-6 y Anexo4.1.1l_2022-6.

Se impartió una presentación en donde se les explicaron los fundamentos de las eusociedades y específicamente en el caso de las hormigas: su división de trabajos organizada y la importancia del trabajo en equipo para la persistencia individual y grupal.

Posteriormente se realizó un recorrido por el sendero de la estación Chajul. Durante el camino se les explicaron los diferentes elementos que componen la selva, por ejemplo, la diferencia entre los diferentes estratos, el efecto de los arroyos en la vegetación, la dispersión de semillas mediada por animales, la importancia de los hongos para el reciclaje de nutrientes y el papel de la vegetación para la retención de los suelos.

Una vez terminado el sendero, los niños tenían mucho deseo de jugar, se llevaron a cabo varios juegos en los que el trabajo en equipo fue indispensable y se tomó el papel de una eusociedad organizada.



Fig. 19 Actividades del curso eusociedades en la Estación Chajul impartido a niños del ejido Boca de Chajul.

Objetivo de aprendizaje: Fomentar el trabajo en equipo

Jornada 5

En las comunidades de Marqués de Comillas, desarrollar habilidades para trabajar en equipo representa una gran herramienta. Al fomentar la cooperación, coordinación y comunicación, se facilita el cumplimiento de objetivos, favorece sus habilidades sociales, se fortalecen las características individuales de cada integrante y se estimula su creatividad. Esto se verá reflejado aún más cuando llegue el momento de tomar decisiones importantes para su comunidad, considerando las distintas opiniones y habilidades de los participantes.

Para seguir reforzando esas habilidades que se desatendieron durante el confinamiento generado por la pandemia por Covid-19, se generó un taller en el que se promovía el trabajo en equipo. Esta jornada consistió en tres visitas a las escuelas de los ejidos Adolfo López Mateos, Santa Rita, y Flor del Marqués, durante los días 21, 23 y 29 de marzo del 2022. Fomentar trabajo en equipo en infantes garantiza que, al crecer, logren una comunidad unida, en donde exista una buena comunicación y que sea capaz de tomar decisiones de manera conjunta. Esto se puede lograr implementando juegos y actividades en donde pongan en práctica la comunicación, coordinación y cooperación.

Visita a la escuela primaria ejido Flor del Marqués Fecha: 21 de abril del 2022 Número de asistentes: 11

La participación de los niños en el ejido Flor del Marqués fue baja, desafortunadamente llegaron pocas personas. Sin embargo, se han identificado líderes jóvenes dentro de la comunidad. Además, se vio buena inclusión de niños de distintas edades, y por último fue

importante la solicitud de más intervenciones para trabajar en el aula de medios (Anexo4.1.1m_2022-6).

Visita a la escuela primaria ejido López Mateos, 23 de marzo del 2022 Número de asistentes: 38

Durante la sesión, la diferencia de edades complicó las actividades que se tenían planeadas. Por lo tanto, es necesario considerar esta variable para futuras intervenciones, planificando actividades que permitan incluir distintos grupos de edades. También está la opción de segmentar a los niños de acuerdo con su edad y aplicar diferentes estrategias en cada grupo. Además, se deben replantear las actividades propuestas en el plan de trabajo, pues la poca claridad de las instrucciones y su complejidad generaron frustración en muchos de los infantes (Anexo4.1.1n_2022-6).

Visita a la escuela primaria ejido Santa Rita de la Frontera, 29 de marzo del 2022 Número de asistentes: 23

Durante la sesión se presentaron conflictos por quién dirigiría las actividades. Para resolverlos, se propuso seleccionar de manera democrática por votación a quienes tomarían el liderazgo en cada actividad. Aunque esto agilizó las decisiones, no hubo una repartición real de roles, pues eran pocos los niños o las niñas que tomaban el protagonismo en sus equipos, excluyendo a los más pequeños o los más tímidos. Esta nueva estrategia se acompañó con una práctica sociocrática, en la que todos los integrantes del equipo tenían que estar de acuerdo con el resultado.

Parte del trabajo se centró en hacerles ver que todos y todas las integrantes tenían habilidades particulares para desarrollar ciertas actividades y su participación era importante. También, fue fundamental recalcarles que las decisiones tomadas en equipo debían ser consensuadas y se debía considerar las opiniones de los demás.

En definitiva, muchas de las actividades podrían adecuarse de una mejor manera para que se centraran más en el proceso de cooperación, coordinación y comunicación dentro de los equipos, y no tanto en la competencia entre ellos. Finalmente, desarrollar estas habilidades es cuestión de constancia y repetición, en donde inicialmente se les brinden herramientas que faciliten sus tomas de decisiones, para que posteriormente los niños y las niñas las puedan implementar dependiendo de la problemática que se les presenta (Anexo4.1.1o_2022-6).



Fig. 20 Actividad de ayudar a cruzar el río con los alumnos de la escuela primaria de Santa Rita.



Fig. 21 Intervención de Cooperación, coordinación y comunicación en equipo en el ejido Santa Rita.

Objetivo de aprendizaje: Recordar prácticas básicas de computación

Jornada 7

Visita a la escuela primaria, ejido Galacia, 28 de abril del 2022. Número de asistentes: 12

Debido al aislamiento generado por la Pandemia por Covid-19, se abandonaron lugares como el aula de cómputo, espacios que promueven el aprendizaje de los niños y el desarrollo de diferentes habilidades. Por el tiempo trascurrido desde la última vez que ocuparon estos espacios, se ideo un regreso paulatino y acompañado por parte del equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos con actividades muy sencillas. Lo primero fue que los asistentes lograran encender y apagar la computadora en ambos sistemas operativos. Posteriormente los niños lograron intercambiar entre sistemas operativos, para esto se dio una explicación de que los sistemas operativos funcionan con distintos programas, los estudiantes logran abrir un programa en cada sistema operativo.

Como siguiente actividad, los niños realizaron prácticas de mecanografía y escritura, trabajaron con Rapidtyping en Windows y TuxTyping en Edubuntu, y cada estudiante completó al menos tres niveles del programa de su elección.

Completadas las actividades de escritura, el equipo técnico dio una explicación sobre cómo realizar una búsqueda en Kiwix, cómo seleccionar el buscador y la mejor opción arrojada. Como actividad se les pidió que realizaran una investigación de una especie de interés que incluyera información desde donde habita, alimentación y características biológicas. Con la información obtenida realizaron un resumen breve del tema investigado en el editor de textos de libre office instalado en Windows. El 100% de los estudiantes redactan por lo menos tres renglones de lo que investigaron, cumpliéndose el criterio de éxito

El trabajo en el aula de medios fue organizado y se obtuvieron los resultados esperados. En este ejido el trabajo en el aula de medios no ha cesado por lo que los estudiantes están familiarizados con éste. Por otra parte, se tuvo una breve plática con los profesores para motivarlos a usar el teclado eléctrico con el que está equipado el aula. Se mostró brevemente la aplicación con la que funciona y los estudiantes que estaban presentes mostraron mucho interés en usarlo. Se considera esta como un aula en buenas condiciones para seguir trabajando con actividades más particulares (Anexo4.1.1p_2022-6)



Fig. 22 Estudiante del ejido Galacia utilizando ambas manos en la práctica de mecanografía.

Objetivo de aprendizaje: Ejemplificar características de diferentes tipos de rastros de animales para su posible identificación a partir de los métodos inductivo y deductivo, y sus aplicaciones en materia de conservación.

Jornada 9

Para el cumplimiento del objetivo de aprendizaje Ejemplificar características de diferentes tipos de rastros de animales para su posible identificación a partir de los métodos inductivo y deductivo, y sus aplicaciones en materia de conservación, se requirió de una jornada educativa en la que se realizaron tres visitas a la Estación Chajul por parte de los ejidos La Unión, La Corona y Playón de la Gloria. Además, se realizaron cuatro visitas a las escuelas de los ejidos Adolfo López Mateos, Flor del Marqués, El Pirú y Santa Rita.

Visita a la Estación Chajul, ejido La Unión, 22 de junio del 2022

La visita de los adolescentes de la escuela secundaria del ejido La Unión a la estación Chajul, consistió en que mediante los métodos inductivos y deductivo, los niños aplicaran los conocimientos adquiridos acerca de las características generales de los rastros de animales para su monitoreo y posible identificación. A lo largo de la visita, se fueron cumpliendo todos los criterios de éxito, los adolescentes desarrollaron diversas actividades que comenzaron con el nivel de conocer en la taxonomía de Bloom mediante las pláticas informativas, hasta el nivel de aplicar al momento de ir al sendero y enfrentarse a problemas de identificación reales en el monitoreo de la fauna de la RBMA. Partiendo de la observación y de las características generales que se les mencionaron, las y los adolescentes formularon hipótesis sobre algunos de estos rastros; con ayuda de las guías, pudieron en la mayoría de los casos responder qué animal la había dejado.

Tanto el método deductivo como el inductivo son formas de razonamiento que nos ayudan a resolver problemas. Estas técnicas deben ser constantemente reforzadas, por lo que se recomienda que para futuras intervenciones se siga poniendo en práctica, sobre todo con aquellas actividades que promuevan la internalización del valor intrínseco de la biodiversidad de la selva que los rodea, pero que además reconozcan su importancia para la conservación del ecosistema que habitan. (Anexo4.1.1q_2022-6)

Visita a la Estación Chajul, ejido Playón, 29 de junio del 2022

En esta visita se cumplieron los criterios de éxito planteados para las actividades. La visita a la Estación demostró ser una estrategia efectiva para despertar interés en los niños por la biodiversidad del ecosistema que habitan, a la par que se informaron acerca de las labores de conservación realizadas por técnicos y voluntarios en la región. La mayoría de las actividades mostraron resultar estimulantes e interesantes para los infantes, en gran medida debido a que muchas de ellas se desarrollaron directamente dentro de la reserva con equipo y ejemplares reales.

Las actividades que mayor atención tuvieron por parte de los menores fueron aquellas donde los niños interactuaron directamente con su entorno, por ejemplo, la búsqueda de excretas y huellas durante el trayecto del sendero.

Uno de los principales obstáculos para las dinámicas grupales fue la exclusión sistémica de algunos niños por parte de los menores y por ellos mismos, particularmente con los compañeros guatemaltecos. Estas barreras fueron superadas mediante el acompañamiento y mediación del equipo técnico.

Las visitas la han demostrado ser efectivas para sensibilizar e informar a los niños de la región acerca de la importancia del ecosistema donde habitan, promoviendo el deseo de conservarlo, a la par que se subsanan algunas de las carencias educativas que enfrentan (Anexo4.1.1r_2022-6).



Fig. 23 Niños escuchando la plática sobre huellas y excretas.



Fig. 24 Explicación en sendero sobre estratos de la selva.

Visita a la Estación Chajul, ejido La Corona, Fecha: 29 de junio del 2022

En todas las actividades se cumplieron los criterios de éxito, desde las pláticas introductorias a las características de los diferentes rastros, la modelación de huellas y excretas en plastilina y su búsqueda; por último, la aplicación al adentrarse a la selva de la RBMA, donde a lo largo del sendero en las zonas inundables se pudieron observar los rastros reales de la fauna de una selva conservada. Los participantes a partir de la observación y de las características previamente mencionadas, pudieron formular hipótesis sobre qué animal pudo haberlas dejado, las cuales posteriormente en la mayoría de los casos pudieron contestar, con el apoyo del equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos y las claves de identificación aportadas. Lo anterior, evidencia la importancia del material de apoyo para cada guía, así como futuras visitas a la estación para reforzar tales conocimientos y métodos. También es valioso resaltar que a muchos niños esta actividad se les facilitaba por su relación con el medio y aquel conocimiento empírico que sus familiares les han transmitido (Anexo4.1.1s_2022-6).



Fig. 25 En la estación, los niños observando videos informativos sobre el tapir, su efecto en la selva y las amenazas a las que está sometido.



Fig. 26 Identificación de huellas en sendero.



Fig. 27 Fotografía grupal de niños y padres de familia del ejido La Corona y equipo técnico.

Visita a escuela, ejido Flor del Marqués, 30 de junio del 22.

Se cumplieron todos los criterios de éxito para las actividades enlistadas. Los niños participaron activamente y escucharon respetuosamente las distintas explicaciones y pláticas impartidas por el equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos, al mismo tiempo que tomaron parte en las actividades propuestas.

Todos los participantes pusieron atención al contenido impartido, mismo que probó ser de su interés, particularmente aquel que hacía alusión a grandes mamíferos, tanto depredadores como herbívoros. La mayoría de los niños poseía algún grado de conocimiento previo acerca de la identificación de rastros de mamíferos, mismos que compartieron con el grupo. Los juegos sirvieron para afianzar la dinámica de grupo y permitieron al staff poder interactuar con los niños de una manera más amigable y efectiva.

De todo lo anterior se concluye que las actividades propuestas resultaron efectivas para que los niños reconozcan las características e importancia del estudio de rastros animales para su identificación y monitoreo con fines de conservación, avanzando efectivamente hacia el cumplimiento del objetivo propuesto (Anexo4.1.1t_2022-6).



Fig. 28 En equipo los niños realizan las actividades de los talleres.



Fig. 29 Resultado de la actividad de las manchas del jaguar.

Visita a escuela primaria, ejido López Mateos, 30 de junio del 2022

Durante la visita realizada a la primaria del Ejido Adolfo López Mateos se tomó como base el objetivo de aprendizaje para la aplicación de diversas actividades. Se definió en "que mediante los métodos inductivo y deductivo, los infantes aplicarán los conocimientos adquiridos acerca de las características generales de los rastros de animales para su monitoreo y posible identificación". Estas actividades fueron realizadas siguiendo la taxonomía de Bloom con los diferentes niveles de complejidad. Si bien las actividades destinadas se quedaron un nivel abajo en complejidad, se espera que los estudiantes puedan alcanzar el nivel de aplicación durante futuras visitas a la estación en las que sea posible que se encuentren rastros de distintos animales *in situ*.

Los criterios de éxito se cumplieron para la mayoría de las actividades, sin embargo, hubo algunas en las que se cumplieron de manera parcial. Esto se atribuye sobre todo a la heterogeneidad del grupo, tanto en edad como en grado educativo, que complicó adecuar las actividades a las necesidades particulares de cada uno de los estudiantes. Las dificultades que se presentaron durante las actividades sólo hacen más notoria la necesidad de generar planeaciones estratégicas flexibles que permitan a las y los aplicadores adaptarse a distintas situaciones y condiciones que puedan surgir en el momento.

Pese a lo anterior, realizar estas actividades resultó benéfico para los niños, ya que impulsó la comprensión de la importancia de los restos animales en el monitoreo de fauna. Además, la enseñanza de dichos métodos de razonamiento representa un avance dentro de los proyectos de educación ambiental realizados en Natura y Ecosistemas Mexicanos. Estos conocimientos y habilidades, a largo plazo pretenden que los niños internalicen el valor intrínseco de la biodiversidad que los rodea y reconozcan su importancia para la conservación del ecosistema que habitan (Anexo4.1.1u_2022-6).



Fig. 30 Los niños observando los videos obtenidos de las cámaras trampa, después de la plática y demostración del montaje de una estación de fototrampeo.



Fig. 31 Toda la escuela reunida en las canchas prestando atención a la plática de la importancia del monitoreo de mamíferos mediante rastros como las huellas, sus características que nos permite diferenciarlas.

Visita a escuela, ejido Santa Rita la Frontera, 28 de junio del 2022

Todos los criterios de éxito planteados para las distintas actividades se cumplieron, ya sea de forma parcial o completa. Al girar en torno a la fauna representativa de la región, la temática de las actividades previamente descritas resultó altamente atractiva para los niños, quienes presentan una gran afinidad por la fauna de su región, particularmente mamíferos grandes como el tapir y el jaguar; este interés se vio reflejado en un alto nivel de participación en las diferentes dinámicas propuestas por el equipo.

Las actividades que mayor interés despertaron en los niños fueron aquellas donde se interactuó con su ambiente y se generaron representaciones plásticas de alguno de los elementos descritos en las pláticas, tal es el caso de los modelos de huellas realizados con plastilina a partir de guías visuales para el rastreo de fauna. Pese a que se considera que las actividades se llevaron a cabo de forma satisfactoria, existieron diversos contratiempos y limitantes que evidencian la necesidad de una mejor planeación estratégica previa a cualquier intervención, que permita flexibilidad y adaptabilidad ante condiciones y situaciones imprevistas. Ejemplo de estas limitantes fue la falta de equipo de proyección de video, aulas reducidas, grupos extensos y heterogéneos, e insuficiencia de material, por mencionar algunos de ellos.

En cuanto a la heterogeneidad dentro de los grupos de alumnos, resultado de los limitados recursos con los que cuenta la educación en la región, esta dificultó en diversas ocasiones la explicación y ejecución de las actividades, debiéndose volver a explicar o modificar muchas de estas dependiendo de la edad, conocimientos y habilidades de los niños. De igual modo, las actividades planteadas en equipo fueron difíciles de coordinar y se observó una resistencia a participar o a trabajar en equipo por parte de algunos menores. Pese a esto, durante éstas también fue posible observar como algunos niños les explicaban a sus compañeros de equipo las actividades a realizar o les incentivaban a participar. Sumado a las dificultades ya mencionadas, la falta o diferencia de experiencia de algunos miembros del equipo llegó a representar en algunos momentos una barrera para la correcta realización de las intervenciones.

De todo lo anterior podemos concluir que las actividades tuvieron una buena respuesta por parte de los menores, resultando atractivas hacia ellos y permitieron avanzar hacia la sensibilización y comprensión de la importancia de la fauna local en el ecosistema y los esfuerzos de conservación que se realizan con ella (Anexo4.1.1v_2022-6).



Fig. 32 Los niños observando los videos obtenidos de las cámaras trampa después de la plática acerca del fototrampeo.



Fig. 33 Niños realizando los modelando en plastilina algunas huellas.



Fig. 34 Niños de la primaria de Santa Rita la Frontera con equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Visita a escuela primaria, ejido El Pirú, 28 de junio del 2022

La intervención tuvo como objetivo de aprendizaje que los niños de la escuela primaria conozcan las características de diferentes tipos de rastros de animales para su identificación. Se espera que lo anterior en un futuro contribuya positivamente a la conservación (Anexo4.1.1w_2022-6).



Fig. 35 Niños del Pirú escuchando la plática acerca de las excretas de mamíferos.



Fig. 36 Modelo en plastilina de una excreta de tapir hecho por uno de los participantes.



Fig. 37 Foto grupal de los niños de la escuela primaria del ejido El Pirú y el equipo.

Todos los criterios de éxito se cumplieron. La participación de los alumnos y alumnas de la escuela primaria del ejido el Pirú en esta jornada de educación ambiental fue bastante útil; todos se mostraron interesados y participativos en cada una de las distintas actividades que se realizaron. En general, la intervención se considera un ejercicio exitoso al ver que la mayoría de los participantes entendieron los temas impartidos y disfrutaron de los distintos talleres. Realizar estas actividades resultó benéfico para los niños, ya que impulsó la comprensión de la importancia de los restos animales en el monitoreo de fauna, por lo que para futuras intervenciones se recomienda seguir con este tipo de actividades en donde al trabajar en equipo se refuerza su creatividad y conocimiento para promover interés hacia temas de importancia ambiental.

Si bien el conocimiento transmitido acerca de los diferentes tipos de huellas es una de las herramientas ampliamente requeridas para el monitoreo de especies silvestres, es fundamental reconocer que este instrumento por sí solo no garantiza la disminución de amenazas al ecosistema, sino que es uno de los esfuerzos que pretenden contribuir por una parte a la sensibilización de los niños en materia ambiental incidiendo gradualmente en la relación naturaleza-sociedad; y por otro lado a la adquisición de habilidades relevantes que favorezcan la inteligencia emocional, así como la relación con otras personas para la autogestión del ecosistema, esperando que todo lo anterior se traduzca en la elección de la sustentabilidad como modo de vida en el Marqués de Comillas.

Objetivo de aprendizaje: Generar un cambio de actitud en las infancias respecto al valor de la guacamaya roja y su efecto en el ecosistema.

Jornada 10

Para esta jornada, en el ejido de Flor del Marqués, se hizo un prototipo para la realización de un ciclo de intervenciones con las que se le dio continuidad casi inmediata a los temas abordados, lo que permitió alcanzar el nivel de comprensión en la taxonomía de Bloom. Esta intervención tuvo como fin generar un cambio de actitud en las y los niños acerca del valor de la guacamaya roja (*Ara macao cyanoptera*) para la conservación de la Selva Lacandona. Las intervenciones se realizaron los días 6 y 8 de octubre del 2022 y consistieron en una visita a la escuela y una visita a la Estación Chajul, siendo esta última la que permitió alcanzar el nivel de comprensión.

Visita a la escuela: Escuela primaria 12 de octubre, ejido Flor del Marqués, Fecha: 06/10/2022

Después de la presentación de todos los participantes, se realizó una actividad que consistió en que todos los niños mantuvieran una cuchara con semillas, los niños caminan por todos lados y dispersan las semillas, se les dio una explicación de la tarea que realizan algunos animales entre ellos las guacamayas.

Se dio una plática interactiva entre los niños y el equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos sobre la guacamaya: la biología de la especie (sus características físicas, su hábitat, comportamiento), las amenazas de la guacamaya (problemáticas asociadas), y medidas para la conservación de la especie. La plática se dio en tres bloques y al termino de cada uno se pegó una cartulina con ideas principales de lo que se había hablado.

Como complemento al bloque de las amenazas a las que se enfrenta la guacamaya se realizó una demostración con palitos de colores: rojos para las guacamayas de edad avanzada que ya no podían reproducirse; y palitos de colores amarillo para las guacamayas en edad reproductiva. Todos los palitos se depositaron en una bolsa y las y los niños tomaron algunos sin ver. Al término de la ronda se sacaron los palitos y se describió la población y que pasaría en el futuro, si iba a crecer mucho o poco y por qué. La ronda se repitió para evidenciar los dos escenarios uno con más guacamayas en edad reproductiva y otro con más guacamayas seniles.

De forma paralela, se buscó avanzar en el desarrollo de habilidades clave para la formación de los menores, habiéndose identificado a la falta de síntesis de ideas como una de las principales deficiencias como consecuencia del rezago educativo que se presenta en la región. Para darle solución a esta problemática, se implementó la metodología Zettelkasten. Al término de cada bloque los niños tuvieron que escribir o dibujar al menos una idea clave.

También se les entregó un libro sobre la guacamaya que contenía un móvil con una guacamaya y los frutos que consume. Los niños colorearon a la guacamaya identificando

sus colores y partes. También colorearon los frutos que consumen las guacamayas reconociendo las formas y sus nombres. Por último, se les repartieron los pasaportes ambientales (donde se registra su aprendizaje y asistencia a eventos de educación ambiental) y fueron sellados por la actividad realizada.

Con esta primera intervención, se alcanzó el primer nivel cognitivo de acuerdo con la taxonomía de Bloom que corresponde al nivel de conocer. En esta visita a la escuela se sentaron bases para posteriormente seguir trabajando con dicha información. Al ser el primer acercamiento respecto al tema, la clase presentó una serie de dificultades debido a la cantidad de información que fue compartida entre los presentes, perdiendo en algunas ocasiones su atención u olvidando algunos factores importantes, lo que a su vez dificultó el llenado de tarjetas con información relevante. Por lo que se recomienda para la siguiente intervención reforzar los temas de reproducción en cuanto al número de huevos que ponen, la dinámica de la población y su envejecimiento, ya que es un tema nuevo y complejo para ellos. Una vez conseguidas las bases sólidas sobre el conocimiento de la guacamaya roja, se espera que se puedan introducir temas de monitoreo, su importancia y más medidas de protección a la guacamaya roja.

Respecto a la implementación del método Zettelkasten, se complicó el establecer las instrucciones para el llenado de tarjetas con la información relevante de cada categoría. Al ser la primera vez que realizaban dichas actividades en estas intervenciones, se evidenció la costumbre por parte de los menores a copiar sin cuestionarse ni comprender lo que están escribiendo. Se recomienda seguir practicando la identificación de ideas principales, así como la escritura de ideas simples o mediante dibujos si es el caso, para que cuenten con la información mínima necesaria para su entendimiento en el futuro y no se pierdan con el tiempo.

Es importante, primero generar el hábito de escribir aquellas ideas importantes de cada tema, la responsabilidad de cuidar dichas tarjetas, mantenerlas en un lugar seguro, pero al alcance para poder consultarlas las veces que sean necesarias. En cada consulta, el Zettelkasten nos sorprenderá mostrando notas relacionadas que no estábamos buscando pero que nos inspirarán a desarrollar nuevas preguntas o ideas para la generación de síntesis.

Tanto el pasaporte ambiental como el cuadernillo de la guacamaya roja tuvieron una buena recepción entre los menores, quienes se mostraron entusiasmados. Su componente interactivo resultó atractivo a los menores, quienes en el caso del cuadernillo aplicaron algunos de los conocimientos adquiridos durante la clase para llenarlo. En cuanto al pasaporte, este fue recibido con ilusión y ayudó a despertar interés y anticipación por la próxima visita a la Estación Chajul y futuras intervenciones de educación ambiental, por lo que se espera lo conserven, ayudando a llevar un registro de intervenciones y fomentar la futura participación en actividades.

A través del diseño de intervenciones efectivas, basadas en las necesidades e intereses de los menores y los elementos necesarios para apoyar a las labores de conservación de la

organización, es posible involucrar e informar a los niños acerca de su patrimonio natural, a la vez que se ayuda a subsanar algunas de las deficiencias educativas con las que viven. Además, se contribuye a su desarrollo personal en espacios de sana convivencia y libres de violencia. Se espera que este ejercicio sirva como antecedente para futuras intervenciones de educación ambiental, las cuales deben dar continuidad a los temas tratados e ir afinando las estrategias implementadas, esperando eventualmente poder tener un impacto significativo en la vida de los menores, quienes son el futuro de los bienes naturales de la selva lacandona, misma que solo podrá seguir existiendo si de ellos emana el deseo e interés por conservar este ecosistema (Anexo4.1.1x_2022-6).



Fig. 38 Como parte de la explicación de las amenazas que enfrenta la guacamaya roja se explicó el envejecimiento de su población



Fig. 39 Foto grupal en la que los niños muestran sus guacamayas coloreadas para el móvil.



Fig. 40 Tarjetas Zettelkasten con aspectos biológicos, amenazas y conservación elaboradas por uno de los niños.

Visita a la Estación Chajul, ejido Flor del Marqués, Fecha: 08 de octubre de 2022

Para el diseño de esta intervención se tomó en cuenta la información obtenida a partir del análisis del cumplimiento de los criterios de éxito de la visita a la escuela, por lo que buscó reforzar y profundizar sobre aquellos temas que se identificó costaron más trabajo entender y era necesario conocer. Con esta segunda intervención se buscó cubrir esas áreas de oportunidad y seguir avanzando en los niveles cognitivos.

Se tuvo como objetivo que los niños comprendieran los temas impartidos durante la primera sesión, con lo que se espera avanzar dentro de la taxonomía de Bloom. Se retomaron los tres aspectos clave de la primera visita, cada uno con su identidad gráfica previamente explicada; y con el apoyo de senderos y actividades en forma de un rally se buscó profundizar sobre de cada uno de estos.

En esta visita a la estación, también se retomaron las tarjetas Zettelkasten que llenaron durante la sesión anterior, esto con la finalidad de que pudieran elaborar una última ficha en la que, a modo de síntesis, retomaran, relacionaran y conectaran todos los conocimientos nuevos con los de la intervención anterior.

Como primera actividad a cumplir del rally, se realizó el sendero al interior de la selva, en el cual se explicaron los tres estratos de la selva (sotobosque, parte media y dosel), posteriormente se explicó en qué estrato están los nidos de guacamaya. Se mostraron los árboles de la selva y los frutos y semillas que comen las guacamayas. También se explicó el papel de las guacamayas como dispersoras ejemplificando con matapalo, pero también el papel de las guacamayas como depredadoras ejemplificando con corozo. Se mencionó el uso de plataformas en el dosel para el monitoreo y la importancia de los monitores en el trabajo de conservación de la guacamaya. Se retomaron temas como la explicación de las características de las anidaciones y puestas de las guacamayas. También se explicó cómo se forma un claro natural, uno antropogénico y se generó una reflexión sobre el hábitat de las guacamayas en un ecosistema transformado por el hombre.

Regresando a la Estación Chajul, se contó un cuento acerca de la vida de dos guacamayas desde el huevo para ejemplificar el ciclo de vida. Posteriormente se les dio a los niños fichas con las fases del ciclo de vida con el fin de que acomodaran en orden las fases.

Como actividad lúdica y para reforzar el tema de la dinámica poblacional y las amenazas a las que se enfrentan las guacamayas, se diseñó el siguiente juego: cada participante asumió uno de los tres roles del juego: guacamayas jóvenes en etapa reproductiva (amarillas), seniles (rojas) y cazadores. Cuando los cazadores atrapaban guacamayas, éstas salían del juego. Una vez que terminaba la ronda, se contaba cuántas jóvenes y viejas quedaban sin ser capturadas; las jóvenes podían regresar a una guacamaya y a la vez envejecían. Al finalizar la actividad se discutió con los participantes sobre qué pasa con las poblaciones de guacamayas si hay más individuos que ya no están en etapa reproductiva.

Para hablar sobre la importancia del monitoreo de la guacamaya roja, los participantes se caracterizaron de monitores y, desde un punto abierto de la Estación Chajul, se contó el número de guacamayas que se podían observar en un árbol cercano. Posterior a esto se les explicaron los beneficios y las actividades que se realizan en la estación para la conservación de la guacamaya.

Utilizando las fichas que completaron con ideas principales en la intervención anterior y el nuevo conocimiento adquirido durante la visita a la Estación Chajul, cada participante escribió o dibujó algo que había aprendido durante las intervenciones realizadas.

Posteriormente se otorgaron a los participantes un reconocimiento como "guacaguardianes" y se recordaron las acciones que ellos pueden llevar a cabo para cuidar a las guacamayas. Se sellaron nuevamente los pasaportes de los asistentes y se les recordó conservarlo para seguir sumando sellos.

Para esta intervención se cumplieron los criterios de éxito planteados, permitiendo alcanzar el nivel de comprender la información dada respecto a la Guacamaya roja: biología general, problemáticas asociadas a la especie y acciones para cuidarla; que cubrió desde aspectos biológicos, como sus características físicas, su hábitat, comportamiento, reproducción; aspectos ecológicos, como su papel como dispersora y depredadora de semillas; las amenazas a las que se enfrenta hoy en día, como es la pérdida y fragmentación de su hábitat y el envejecimiento de sus poblaciones; y por último, la forma de conservarla y protegerla, en esta parte se incluyeron acciones que los niños pueden hacer actualmente.

El darle continuidad a las intervenciones de educación ambiental con temática de la guacamaya roja, permitió reforzar los conocimientos adquiridos y aumentar un grado de complejidad a los procesos cognitivos, alcanzando en esta segunda sesión en nivel de comprensión, siendo capaces los niños de recordar aspectos de la biología de la especie, relacionar los efectos de la guacamaya en la selva y demostrar los riesgos para el mantenimiento de las poblaciones de guacamaya roja, así como identificar la labor de los

monitores de guacamayas e involucrarse en dichas actividades. Si bien faltan otros niveles para internalizar el valor de la guacamaya roja y su efecto en el ecosistema, lo anterior representa un buen avance, con lo que se espera que este resultado intermedio, permita eventualmente cumplir la teoría de cambio.

En cuanto a la síntesis de ideas y el uso del método Zettelkasten, se identificó la necesidad de reforzar la acción de "conectar ideas". Probablemente sea necesario para futuras intervenciones ejemplificar la acción en cuestión que se pretende realicen. A pesar de que en esta ocasión no se les ejemplificó con tarjetas al frente, todos los presentes llenaron al menos una tarjeta, muchos complementaron sus ideas con dibujos, y aquellos que no sabían escribir fueron apoyados por compañeros más grandes.

También fue notorio que muchos niños olvidaron sus tarjetas; lo anterior evidencia que se requiere de más intervenciones para fomentar el hábito de escribir las ideas en fichas, guardarlas, y posteriormente utilizarlas para conectarla con nuevas ideas. El Zettelkasten proporciona un andamiaje exterior para pensar, ayudando efectivamente al almacenamiento de información. Así mismo, agrupar ideas en un mismo lugar y con el mismo formato, permite que se establezcan las conexiones que generan el aprendizaje incluso a largo plazo, además de promover la creatividad y la oportunidad de generar nuevas ideas.

Lo anterior se traduce en una mayor capacidad para sintetizar, formación de nuevos hábitos de aprendizaje. Esto involucra un largo proceso que requiere tiempo y esfuerzo por todas las partes, estudiantes, padres de familia y el equipo de Natura y Ecosistemas Mexicanos. Sin embargo, estrategias efectivas con una debida planeación han demostrado tener efectos visibles y un impacto considerable, debiéndose dar continuidad a estas si se espera generar cambios que perduren en el tiempo e incidan en la vida de los y las niñas.

A partir de la taxonomía de Bloom, que categoriza a las distintas competencias que una persona puede adquirir dentro de categorías jerárquicas, estableciéndose el nivel de la presente intervención dentro de "comprender"; y mediante el uso de métodos de fortalecimiento de capacidades como Zettelkasten, los niños a avanzaron en su proceso de aprendizaje en temáticas ambientales, lo que a su vez promueve el fortalecimiento de sus capacidades al aproximarse cada vez más a poder lograr realizar una síntesis (Anexo4.1.1y_2022-6).



Fig. 41 Una de las actividades consistió en la elaboración de fichas con ideas simples aplicando el método Zettelkasten. En esta fotografía se muestra a niñas elaborando su ficha en la que conectaron ideas de las fichas de la intervención anterior.



Fig. 42 Durante el juego de dinámica de poblaciones, los participantes mostraron su pluma para visualizar cómo afectaron los cazadores a la población de guacamayas después de una ronda de juego.



Fig. 43 Los niños apoyados por los miembros del staff, fueron capaces de reconocer y ordenar las fases del ciclo de vida de las guacamayas.



Fig. 44 Como parte de las actividades de seguimiento se encuentra el sellado de los pasaportes de los niños que asistieron a la estación.

Objetivo de aprendizaje: Reconocer los conectores que se crean entre la selva de los ejidos y la RBMA e identificar la importancia de los proyectos ecoturísticos, las herramientas de conservación como el Programa de Pago por Servicios Ambientales y la reconversión productiva en la conservación de la selva con junto con el bienestar de la población.

Jornada 11

Los días 30 de noviembre y 1de diciembre del 2022 se realizaron ferias ambientales con estudiantes de las primarias de los ejidos Flor del Marqués y Adolfo López Mateos en las

instalaciones del Restaurante/Museo Bellavista, localizado en un sitio de gran relevancia ambiental donde se puede apreciar con gran claridad la relación que tienen la selva de los ejidos y la de la RBMA. El objetivo de estas ferias fue recuperar la información ofrecida durante las pláticas ambientales y la visita a la Estación Chajul sobre la importancia de la selva y el papel de los niños en su cuidado. Con las dinámicas, se buscó relacionar dichos conocimientos con la interacción estrecha que tiene la selva de los ejidos con la de la RBMA, mediante prácticas visuales apoyadas del material didáctico del museo comunitario instalado en Bellavista

Feria ambiental con la escuela primaria del ejido Flor del Marqués, 30 de noviembre del 2022. Número de asistentes: 17

Durante la feria, los niños comenzaron por observar detalladamente la selva de la RBMA y la selva del ejido Adolfo López Mateos, una vez determinadas las diferencias y semejanzas, hicieron uso del material del museo. Leyeron detenidamente y escucharon la explicación del equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos y posteriormente se realizó una actividad de síntesis utilizando el método Zettelkasten. En ella dibujaron o escribieron sobre la relación de los habitantes del municipio del cual forman parte, su papel en la reconversión productiva a través del ecoturismo, ganadería intensiva, cadenas de valor sustentables, entre otras acciones (a las cuales ellos podrán aportar en un futuro). Con esta actividad, retomaron lo visto anteriormente en la Estación Chajul donde aprendieron la importancia de mantener los procesos evolutivos intactos y su papel como guardianes de la selva y por tanto la biodiversidad que en ella habita.

Para afianzar y celebrar sus avances, se organizaron equipos para jugar los diversos contenidos educativos generados relacionando las temáticas vistas en las pláticas, visitas a la estación y la explicación del museo.



Fig. 45 Alumna de la escuela primaria del Ejido Flor del Marqués haciendo uso de las infografías del museo comunitario para elaborar su ficha de síntesis (izquierda) y posteriormente relacionarla con la de sus compañeros (derecha).



Fig. 46 Niños jugando el maratón de la selva.

Feria ambiental con la escuela primaria del ejido Adolfo López Mateos, 1 de diciembre del 2020. Número de asistentes: 14

Durante este segundo día de feria, los niños comenzaron por observar detalladamente la selva de la RBMA y la selva de su ejido, los menores se mostraron mucho más participativos y, al ser parte de esa comunidad, conocían más sobre el proyecto y el resto de las actividades que se llevan a cabo en su ejido.

Posteriormente se dio una explicación del museo comunitario que está en el Restaurante Bellavista e hicieron uso del material, leyeron detenidamente cada infografía y tarjeta. Una vez capturada toda esa información, se realizó una actividad de síntesis utilizando el método Zettelkasten en la que, por la edad de los presentes, la mayoría dibujaron sobre el papel de los habitantes en la reconversión productiva a través de actividades como el ecoturismo, agroecología, ganadería intensiva, cadenas de valor, acciones sustentables entre otras con lo aprendido en intervenciones anteriores sobre importancia de conservar el ecosistema y su conectividad.

El resto del tiempo se organizaron en equipo y se jugaron diversos juegos del material didáctico diseñado por Natura y Ecosistemas Mexicanos (Anexo4.1.3_2022-6) con los que se buscó reforzar el conocimiento generado a lo largo de las vistas en las pláticas, visitas a la Estación, visita a la escuela y la explicación del museo.



Fig. 47 Explicación material del museo sobre la importancia de la selva y la relación de los habitantes del municipio con ella.



Fig. 48 Alumnos de la escuela primaria del ejido Adolfo López Mateos haciendo uso del Maratón Selvático.



Fig. 49 Los niños observan su entorno, identifican sus características, los organismos presentes.

Objetivo de aprendizaje: Reconocer el papel de las mujeres en el desarrollo sustentable

Jornada 8

Además de las intervenciones que se hicieron en las escuelas y en la Estación Chajul con niños y jóvenes, se llevó a cabo una plática informativa sobre el papel de las mujeres en

el desarrollo sustentable dirigidas a mujeres de los ejidos con empresas sociales ecoturísticas. En esta plática participaron 25 mujeres.

Pláticas de educación ambiental con mujeres del ejido Galacia, 25 de abril del 2022. Número de asistentes: 25

La plática fue estructurada con la finalidad de que las mujeres pudieran reconocer en primera instancia las actividades que realizan en su vida cotidiana y cómo éstas se relacionan con la economía, la sociedad y el medio ambiente. Algunas de las mujeres que se presentaron ya habían colaborado previamente en actividades de la empresa ecoturística, las visitas a la Estación Chajul y los cursos, por lo cual el concepto de desarrollo sustentable fue medianamente familiar. A partir de compartir ideas y experiencias se buscó lograr que en conjunto desarrollaran un concepto de desarrollo sustentable que sea cercano y creado por ellas.

El número de participantes que asistió al taller fue muy elevado. Esto es un indicador del interés y motivación que tienen por participar en temas ambientales. Se contó con una gran participación y entusiasmo, mostrando especial interés en escuchar a aquellas mujeres con mayor experiencia dentro del campo ambiental. Incluso solicitaron que participaran para poder escuchar sus opiniones y anécdotas, sobre todo cuando se mencionaban actividades y negocios sustentables (Anexo4.1.1aa_2022-6).



Fig. 50 Asistentes de las pláticas de educación ambiental con mujeres del ejido Galacia.

II. Capacitar a los estudiantes de servicio social y voluntarios para que participen en las actividades de educación ambiental que se llevarán a cabo en los ejidos y en la estación Chajul

A continuación, se presenta el plan de trabajo utilizado para la capacitación de los servicios sociales quienes, después de completar el tronco común de capacitación sobre desarrollo sustentable y el papel de Natura y Ecosistemas Mexicanos en el mismo, realizaron diversas actividades desarrolladas en la tabla 2.

Tabla 2: Contribuir a la formación de profesionistas en temas relacionados al desarrollo sustentable.

#	Fecha	Actividad	Participantes	Objetivo
1	**Enero 2020**	Capacitación de voluntarios y servicio sociales	Voluntarios UNAM, UNICACH y preparatorias del municipio Marqués de Comillas y Querétaro) Servicio social UNAM (Anexo4.1.2a_2022-6)	Contribuir a la formación de profesionistas en temas relacionados al desarrollo sustentable
2	**Octubre a noviembre 2020**	Propuestas de material didáctico	Servicios sociales UNAM (Anexo4.1.2b_2022-6)	Diseñar propuestas de material didáctico
3	**Diciembre 2020**	Curso virtual "Técnicas narrativas para libros infantiles"	Equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos	Mejorar los materiales pedagógicos
4	**Enero 2021**	Proyecto de investigación	Servicios sociales UNAM (Anexo4.1.2b_2022-6)	Conocer sobre la deserción escolar en el municipio Marqués de Comillas.
5	**Enero 2021**	Manejo de redes sociales de las empresas	Estudiantes de Mercadotecnia y Publicidad de la Universidad Latinoamericana (Anexo4.1.2b_2022-6)	Posicionar y dar a conocer las empresas ecoturísticas
6	**Febrero a junio 2021**	Proyecto: Marketing y comunicación	Estudiantes del ITESM (Anexo4.1.2c_2022-6)	Fortalecer la imagen institucional y el posicionamiento web de la organización
7	**Febrero a junio 2021**	Proyecto: Arquitectura y Contextos	Estudiantes del ITESM (Anexo4.1.2d_2022-6)	Desarrollar una propuesta arquitectónica para la escuela del ejido El Pirú
8	**Febrero a junio 2021**	Proyecto: Inducción al Servicio social	Estudiantes del ITESM (Anexo4.1.2e_2022-6)	Conocer proyectos enfocados al medio ambiente
9	**Mayo 2021**	Proyectos: "Hambre 0" e "Integridad"	Estudiantes ITESM (Anexo4.1.2f_2022-6)	Desarrollar proyectos que contribuyan con el ODS "Hambre 0"
10	**Diciembre 2021 a febrero 2022**	Capacitación y actividades de Servicio social	Voluntarios UNAM, ITAM Servicio social UNAM (Anexo4.1.2g_2022-6)	Apoyar en actividades de educación ambiental
11	**Febrero a noviembre 2022**	Capacitación y Actividades de Servicio social	Servicios sociales UNAM (Anexo4.1.2g_2022-6)	Contribuir a la formación de profesionistas en

				temas relacionados al desarrollo sustentable
12	**Abril 2022**	Taller de retroalimentación	Servicios sociales UNAM (Anexo4.1.2g_2022-6)	Contribuir a la formación de profesionistas en temas relacionados al desarrollo sustentable
13	**Junio 2022**	Capacitación	Servicios sociales UNAM Estudiantes UNAM Voluntario IBERO (Anexo4.1.2g_2022-6)	Contribuir a la formación de profesionistas en temas relacionados al desarrollo sustentable

Capacitación de voluntarios, servicios sociales y equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos

Del 11 al 26 de enero del 2020 12 jóvenes profesionistas de distintas universidades (UNAM, UNICACH y preparatorias del municipio Marqués de Comillas y de Querétaro), realizaron tareas de servicio social y voluntariado en la Estación Chajul, participando en las diversas actividades y proyectos que realiza Natura y Ecosistemas Mexicanos en la región (Anexo 4.1.2a_2022-6).

Previo a la salida de los estudiantes de servicio social y voluntarios a la Estación Chajul, se les dio a leer un paquete de información sobre interacciones bióticas, así como el capítulo referente a la adaptación al cambio climático en ejidos de la Selva Lacandona del libro Conservación y Desarrollo Sustentable en la Selva Lacandona, publicado por Natura y Ecosistemas Mexicanos. Además, leyeron la sinopsis de este libro para que pudieran llegar con más información para impartir las actividades de sensibilización y educación ambiental planeadas para este periodo. Durante su estancia en la Estación Chajul, se impartieron varias pláticas referentes al manejo de ANP, conservación y desarrollo sustentable, enumeradas a continuación:

Del 11 al 15 de enero, el biólogo José Sobrino impartió el curso de capacitación para servicios y voluntarios “Introducción al desarrollo de proyectos sustentables”. Este curso tiene por objetivo concientizar y capacitar a estudiantes en el uso de herramientas y marcos de trabajo que permiten comprender su papel en el desarrollo sustentable del país de forma teórica a través de lecturas, debates e informes, que se complementan con la práctica a través de las intervenciones en diversas actividades del proyecto de Natura y Ecosistemas Mexicanos en ejidos de Marqués de Comillas aledaños a la RBMA. Este curso constó de los siguientes módulos:

1) Plática introductoria sobre el programa de conservación, restauración y desarrollo sustentable que lleva a cabo Natura y Ecosistemas Mexicanos en la región. La plática

tocó los puntos siguientes: características físicas y socioeconómicas de la región de influencia, los problemas que contribuyen al deterioro del medio natural y social, y la visión de Natura y Ecosistemas Mexicanos sobre cómo enfrentarse a los problemas a través de sus líneas estratégicas.

Entendiendo al fortalecimiento de capacidades como un motor de cambio que permite reorientar la forma de pensar y actuar, se buscó fortalecer la visión de los jóvenes voluntarios y prestadores de servicio social, ya que es muy importante y determina en gran medida la forma en que realizan las actividades en campo. Esto les ayuda a entender mejor su papel, la forma en que su trabajo puede incidir y aportar en la mejora de las condiciones de los agentes locales y sus responsabilidades en esta labor con actividades, debates y pláticas en los siguientes módulos

2) Esther Duflo (la política social con perspectiva científica)

2.1 Bases del análisis de las políticas públicas, fortalezas y debilidades (plática y debate). La plática buscó la crítica hacia las fortalezas y debilidades de los procesos organizativos y como se fueron dando en la región a través de su historia y aplicación de las políticas públicas.

2.2 Política social experimental (plática). Se presentó y analizó el auge en la Economía del Desarrollo con la metodología de "Experiencias controladas aleatorias". Esta metodología consiste en realizar experimentos para evaluar los programas de acción en favor del desarrollo (salud, educación y corrupción), en la cual se seleccionan aleatoriamente dos grupos de poblaciones el cual uno participara en el programa (población tratada) y otro no (grupo control).

Particularmente se analizan los trabajos de Esther Duflo y Jameel del laboratorio de la pobreza (J-PAL) del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT).

2.3 Problemas de última milla (plática y proyecto colaborativo). Se les dio una plática sobre la gestión durante el proceso del proyecto, cómo la ruta final siempre es crítica pero la más importante para completar todo el proceso y como su colaboración ayuda en este paso.

3) Pierre Bourdieu

3.1 Capitales y campos (plática). Se les proporcionó los fundamentos para identificar al campo educativo como un espacio donde se relacionan distintos tipos de capitales (económico, social y cultural). Se discutieron las relaciones más relevantes entre capitales en un debate teórico sobre las posibles implicaciones de estas relaciones de capitales en proyectos que buscan el desarrollo sustentable.

4) Elinor Ostrom

4.1 Tragedia de los comunes (plática). Se les habló del dilema de Garret Hardin, el cual parte de la premisa de que si los individuos buscan maximizar su beneficio de forma individual usarán constantemente ciertos bienes o recursos naturales (pastizales, ríos, bosques, etc.) hasta que éstos se agoten.

4.2 Dilema del prisionero (actividad). El dilema del prisionero es un juego que muestra que las personas pueden elegir no cooperar, aunque esa decisión vaya en contra de sus intereses. Con este juego, se analizaron las decisiones que tomaron dos presos encarcelados por un delito menor, cuando se les ofrece la posibilidad de delatar a su compañero a la policía.

4.3 Principios de Ostrom (actividad). En esta actividad, se plantearon las posibles soluciones para que la tragedia de los comunes y el dilema del prisionero no se lleven a cabo, estableciendo una serie de acuerdos y reglas entre los integrantes.

5) Amartya Sen

5.1 Desarrollo como libertad (plática). En esta parte, se les habló sobre como el desarrollo se ve encaminado a una búsqueda de bienestar, el cual puede definirse como la libertad de una persona para llevar a cabo una determinada forma de vida. Esta libertad es evaluada en términos de las capacidades que tiene esta persona para tener buena vivienda, buena nutrición y educación, participación social, entre otros. Por lo tanto, el desarrollo se concibe como un proceso de expansión de libertades y capacidades humanas, que debe de integrar la idea de sostenibilidad del proyecto de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

6) Diseño de proyectos.

6.1 ¿Por qué proyectos? Se les habló de las propuestas de cambio que se ejecutan o implementan en un contexto social determinado. Dichas propuestas deben definir un discurso que permita interpretar y entender la realidad en la cual desean intervenir y debe estar orientando a beneficiar directa o indirectamente a sectores sociales rurales o urbanos. Esto les permitió entender el proceso para realizar un proyecto, desde la creación de la idea hasta la implementación y análisis de datos.

6.2 Visión y misión. Durante esta plática, se les habló de la importancia de tener una visión y misión. La misión como lo que se desea lograr en un periodo específico de tiempo, tanto en el presente como en el futuro. Es decir, indica cómo le gustaría que el mundo fuese en algunos años. Mientras que la visión incluye una idea de qué cambios quieren ver en el mundo. También cómo se imaginan que la vida de las personas mejore.

6.3 Objetivos SMARTER. Los servicios sociales y voluntarios se plantearon objetivos que al redactarlos contemplaron ciertas características que nos ayudarían para conseguir lo propuesto durante la intervención. Estas características nos hacen «aterrizar» si lo que nos estamos planteando a alcanzar es posible.

6.4 Jerarquía vertical. Les permitió entender cómo todas sus actividades pueden contribuir al cumplimiento del fin último, el desarrollo sustentable, relacionando sus impactos a distintas escalas.

6.5 Objetivos de Aprendizaje, Criterios de éxito y análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA). Esta capacitación proporcionó a los jóvenes una estructura básica para la planeación de sus actividades. Estas herramientas les permitieron tener claridad sobre lo que querían lograr, saber cómo medir el cumplimiento de los objetivos y tener un espacio para la retroalimentación de sus actividades.

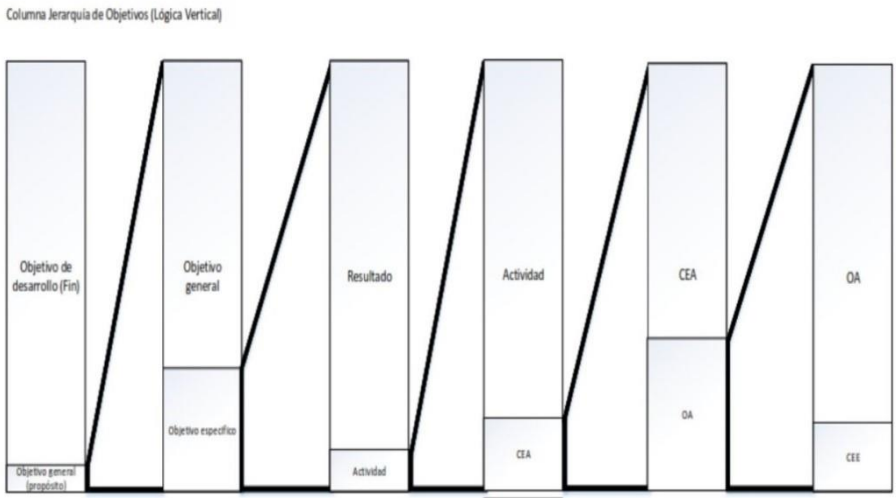


Fig. 51 Jerarquía de objetivos.

6.6 Diseño intuitivo, significativo y elegante (plática y actividad). Esta exposición les permitió crear insumos que fueran de fácil comprensión, que tengan relevancia y sencillos; para facilitar la comunicación entre ellos y los agentes locales.

6.7 Reglas como experiencias: Reflexión sobre cómo el diseño tanto de cursos como de términos de referencia en programas o políticas públicas definen las experiencias.

7) Síntesis. Se analizó la relación entre la teoría de campos, el desarrollo como libertad y el desarrollo sustentable. Esto aportó claridad sobre las condiciones de los agentes locales y sus propias condiciones, ayudando a entender mejor su papel en la intervención. Este tema favoreció la consolidación de una visión orientada a la búsqueda de la expansión de las capacidades en las personas, con esto también sus libertades para tener una vida plena, vivienda digna, nutrición adecuada, educación de calidad y puedan cambiar su realidad hasta alcanzar el desarrollo sustentable.

8) Árbol de problemas. La herramienta ayudó a entender cómo se relacionan los problemas a resolver con sus causas y los efectos observados en la actualidad.

9) Desarrollo de plan para proyecto colaborativo (Feria ambiental). Los estudiantes eligieron y desarrollaron un proyecto con las herramientas aprendidas, presentaron en el ejido El Pirú la propuesta de realizar una feria ambiental con una respuesta positiva,

realizaron diversas preguntas con el fin de validar los supuestos elaborados en los ejercicios de experiencia de usuario y mapa de empatía. Durante las siguientes semanas prepararon los materiales para realización del evento. La feria ambiental se llevó a cabo el 25 de enero.



Fig. 52 Elaboración de plan para la feria ambiental en el ejido El Pirú.

Además, los jóvenes recibieron pláticas por parte de los técnicos e investigadores de Natura y Ecosistemas Mexicanos en los temas de: cadenas de valor, restauración ecológica, monitoreo de fauna silvestre, programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), e interacciones bióticas de colibrís.

Durante su estancia en la Estación Chajul, los jóvenes participaron en actividades del proyecto de Natura y Ecosistemas Mexicanos en educación ambiental, restauración ecológica, monitoreo de guacamayas, PSA, fenología y monitoreo de fauna silvestre.

Para las actividades de educación ambiental, los servicios sociales y voluntarios, realizaron las actividades lúdicas y la presentación sobre biodiversidad e interacciones bióticas. Para lo cual se les pidió que contestaran las siguientes preguntas:

- ¿Por qué creemos que es necesario el tema a tratar?
- ¿Qué queremos conseguir?
- ¿Qué queremos transmitir?
- ¿Cómo lo vamos a hacer?
- ¿Qué vamos a necesitar?
- ¿Cuánto tiempo necesitaremos para su desarrollo?

Al contestar estas preguntas, los jóvenes pudieron elaborar materiales adecuados para presentarle a los niños durante las jornadas.



Fig. 53 Servicios sociales y voluntarios capacitados en el manejo de ANP.

Posteriormente a la salida de campo anteriormente narrada, se declaró el semáforo rojo debido a la pandemia por Covid-19, por lo que se tuvieron que interrumpir las actividades de campo que se tenían contempladas como continuidad. Ante dicha crisis, se decidió aprovechar el tiempo abordando problemáticas sobre cómo crear materiales de sensibilización ambiental con el objetivo de guiar a los estudiantes de servicio social y voluntarios en la elaboración de dicho material. Las estudiantes Aurora Davidia Flores y Julieta Kylie Rojas, consultaron todo el material didáctico de Natura y Ecosistemas Mexicanos y diseñaron algunas propuestas y prototipos sobre se libros didácticos en los que los niños pudieran realizar distintas actividades que les provean de información que refuerce la experiencia y los conocimientos adquiridos en la selva. De esta manera, se busca promover un cambio de actitud de los estudiantes hacia los ecosistemas naturales y que comprendan la importancia de contribuir a revertir el deterioro ambiental de estos ecosistemas remanentes de la Selva Lacandona (Anexo4.1.2b_2022-6).



Fig. 54 Reunión virtual en dónde estudiantes de servicio social presentaron los avances del material didáctico que están realizando.

Alejandra López Valenzuela, la bióloga encargada de las actividades de educación ambiental, se inscribió en un curso virtual sobre “Técnicas narrativas para libros infantiles”, disponible en la plataforma Domestika. Este curso se tomó con el objetivo de mejorar los materiales pedagógicos que se elaboran para estas actividades y de adquirir nuevas técnicas para desarrollar procesos creativos que se podrán llevar a cabo con los estudiantes de servicio social y voluntarios.

Proyectos desarrollados por voluntarios y servicios sociales

Con ayuda de Olivia Aminta Estrada Leyva y María Fernanda Sánchez Cortés voluntarias de la carrera de biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, se realizó un proyecto de investigación sobre deserción escolar en el municipio Marqués de Comillas (Anexo4.1.2b_2022-6).

Con los alumnos de la licenciatura en Mercadotecnia y Publicidad de la Universidad Latinoamericana (Renee Gómez, José Carlos Contreras Barajas y Jessica Pérez Guillen). Se realizó una propuesta para el manejo de redes sociales de las empresas, con la finalidad de posicionar y darlas a conocer a través de las redes sociales más influyentes como empresas positivas para el medio ambiente, generando contenido educativo e informativo para lograr una fidelización y reconocimiento (Anexo4.1.2b_2022-6).

Proyectos realizados por estudiantes del ITESM

Con servicios sociales del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) se elaboraron 3 proyectos; el primero sobre marketing y comunicación, el segundo sobre arquitectura y el tercero sobre inducción al servicio social (Anexo4.1.2c-e_2022-6).

El primero abordo las campañas de comunicación y marketing que fortalecieron la imagen institucional y el posicionamiento web de esta organización. Se desarrollaron las bases para un Sistema de Gestión de Mantenimiento fuera de línea para las empresas sociales sustentables de los ejidos del Marqués de Comillas y la plataforma de capacitación y seguimiento de servicios sociales y voluntarios se estandarizó en MOOC (Massive Online Open Courses) (Anexo4.1.2c_2022-6). El segundo proyecto consistió en la colaboración con los profesores de la asignatura de "Arquitectura y Contextos" buscando desarrollar una propuesta arquitectónica para la escuela primaria del ejido El Pirú (Anexo4.1.2d_2022-6). El tercer grupo de trabajo colaboró durante 2 semanas con alumnos de distintas carreras, con el objetivo de que se familiarizaran sobre las áreas de los socios formadores. La primera semana se enfocó en la "Inducción al servicio social", durante la cual se presentaron la misión, visión y proyectos que realiza Natura y Ecosistemas Mexicanos; los estudiantes investigaron acerca de estos temas y recabaron información para conocer si los proyectos enfocados al medio ambiente pertenecían a su área de interés (Anexo4.1.2e_2022-6).

En mayo de 2021, nuevamente Natura y Ecosistemas Mexicanos fue invitada a participar en la Semana "TEC con sentido Humano" en los temas de "Hambre 0" e "Integridad". En esta colaboración se presentó la problemática de la región y el trabajo de Natura y Ecosistemas Mexicanos a un nuevo grupo de estudiantes; a partir de esto, los alumnos y profesores recopilaron la información y la tomaron como base para elaborar iniciativas que ayudaran a combatir el hambre y a mejorar los procesos administrativos, de transparencia y éticos de Natura y Ecosistemas Mexicanos, evaluando la forme en cómo

podrían contribuir con el objetivo de desarrollo “Hambre 0” sostenible a mejorar su calidad de vida (Anexo4.1.2f_2022-6).

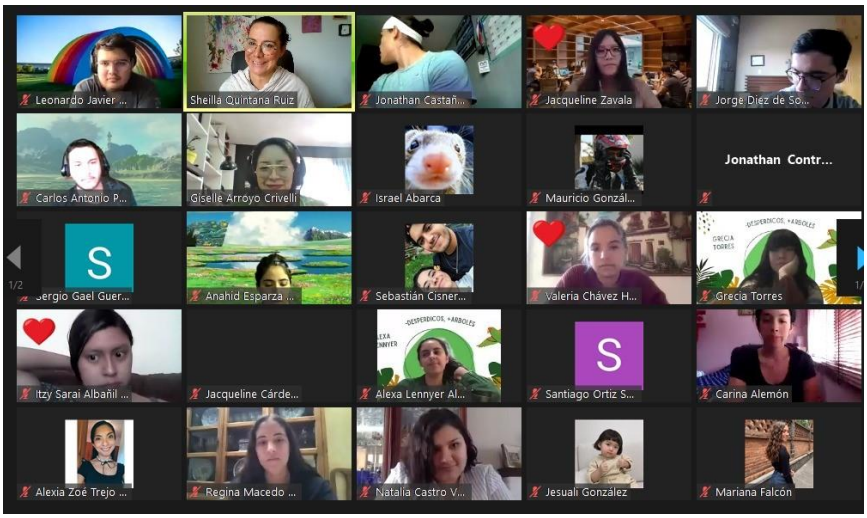


Fig. 55 Presentación de los proyectos del grupo de “Hambre 0”, de los estudiantes del TEC, mayo 2021.

Capacitación y actividades de servicios sociales 2022

Del 29 de diciembre del 2021 al 12 de febrero al 2022, 6 voluntarios y una estudiante de servicio social acudieron a la Estación Chajul para apoyar en actividades de educación ambiental en las escuelas y en actividades de restauración ambiental (Anexo4.1.2g_2022-6). Antes de su llegada a la selva, los 7 jóvenes se capacitaron en la plataforma virtual para servicios sociales que consta de un curso de 20 horas con información sobre los temas que realiza Natura y Ecosistemas Mexicanos en la región.

Previo a su intervención, los estudiantes de servicio social y voluntarios a la Estación Chajul, recibieron capacitación acerca de interacciones bióticas, así como el capítulo referente a la adaptación al cambio climático en ejidos de la Selva Lacandona del libro Conservación y Desarrollo Sustentable en la Selva Lacandona, publicado por Natura y Ecosistemas Mexicanos, esto con el fin de tener un criterio estandarizado acerca de la información a impartir en las actividades de sensibilización y educación ambiental planeadas para este periodo.



Fig. 56 Plataforma de capacitación de servicios sociales.

Asimismo, de enero a noviembre de 2022, 10 jóvenes estudiantes de distintas universidades (UNAM, ITAM e IBERO), realizaron actividades de servicio social y voluntariado en la Estación Chajul, participando en proyectos que realiza Natura y Ecosistemas Mexicanos en la región (Anexo 4.1.2_2022-6, Tabla 1).

Durante su estancia en la Estación Chajul participaron en las actividades enlistadas a continuación:

- Talleres anuales del convenio para PSA.
- Senderos educativos dentro de la selva Lacandona.
- Visitas a la estación Chajul.
- Restauración en manchones de selva.
- Monitoreo y colocación de cámaras trampa.
- Participación en el concurso "¡Qué viva la Selva Lacandona!"
- Colaboración junto con la Red de Jóvenes Ambientalistas y el Colegio Nacional en la presentación de un dialogo que buscó explorar cómo los impactos ambientales globales afectan a la juventud, y qué acciones innovadoras puede tomar la juventud.
- Creación y elaboración de informes sobre todos los temas mencionados posteriormente.
- Actualización de la plataforma de capacitación de servicios sociales y voluntarios Natura y Ecosistemas Mexicanos.



Fig. 57 Servicios sociales realizando diferentes actividades de educación ambiental.

También se les capacitó en cuanto a la planeación de proyectos. Se vieron herramientas como análisis situacional, teoría de cambio, cómo redactar objetivos SMART etc. Cada una aplicada a diferentes proyectos de educación ambiental en la región del Marqués de Comillas, pero también en el activismo ambiental juvenil. Además, se vieron temas de manejo de carrera, se utilizó la herramienta ikigai, rueda de la vida, se definieron las misiones y visiones personales, los principios y valores de cada integrante y se buscaron definir responsabilidades clave.



Fig. 58 Reuniones para mostrar avances de los informes y manejo de carrera.

El 18 de abril de 2022 se llevó a cabo un taller de retroalimentación. La dinámica consistió en elaborar un DAFO. Como resultados principales compartieron que es necesario utilizar una plataforma que permita ligar el conocimiento adquirido durante el servicio (ROAM RESEARCH) y otra que permita realizar los modelados correspondientes para el entendimiento de problemas complejos (Whimsical).

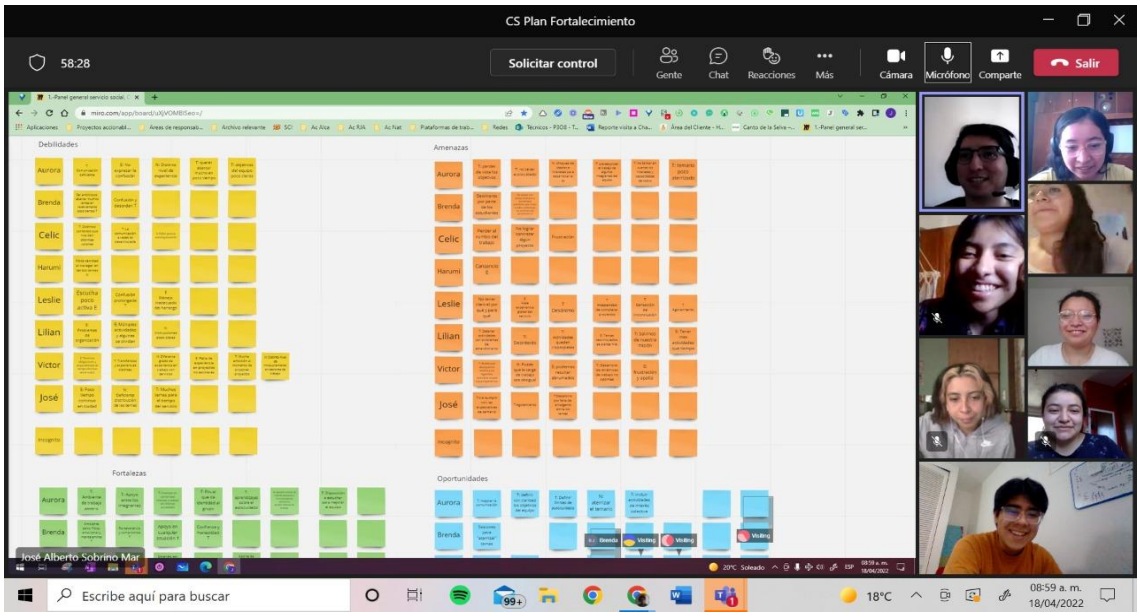


Fig. 59 Taller de retroalimentación con alumnos de la UNAM.

Jóvenes becados con la Beca Mario Luis Fuentes

Desde el 2016, Natura y Ecosistemas Mexicanos en conjunto con los directivos de la Beca Mario Luis Fuentes Batanero, reunieron un fondo para otorgar becas para pagar los estudios universitarios de tres jóvenes del municipio Marqués de Comillas, dos de ellos socios de las empresas sociales sustentables de la región apoyadas por Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Los becarios a quienes se ha apoyado son: José Manuel Marroquín Carrillo, actualmente presidente de la Sociedad de Producción la Selva de Galacia (dueña del proyecto Canto de la Selva), Aracely Ríos Cruz, tesorera del centro ecoturístico Selvaje del ejido El Pirú,

y Carlos Alfredo Villalobos joven ejidatario del ejido Boca de Chajul, Dévora Méndez Herrera, artesana de La Casa del Morpho y Francisco Chankín Chambor, emprendedor del Campamento Coc´Chan y líder de un grupo de jóvenes lacandones. Los tres primeros jóvenes estudiaron la carrera de biología en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), en tanto que los dos seguidos, estudiaron la carrera de Gastronomía.

Alfredo Villalobos concluyó sus estudios universitarios y su tesis con mención honorífica. Trabajó en la Estación Chajul en el proyecto de restauración y está muy involucrado en la conservación de los remanentes de selva en su ejido. Participó en un proyecto global con la Universidad de California y la CONABIO de interés de las Naciones Unidas, ya que es una investigación sobre epizootia para entender qué pasa en un ecosistema conservado comparado con uno alterado y cómo la restauración de espacios degradados puede contribuir a controlar enfermedades virales transmitidas a los humanos. En este proyecto se busca lograr la conectividad de fragmentos de selva aislados para asegurar la conservación de la biodiversidad.

José Marroquín ha concluido sus materias de la carrera de biología, comenzó a escribir su tesis "Propuesta de reconversión productiva de la zona del Jolochero afectada por el cauce del río Lacantún, Galacia, Marqués de Comillas, Chiapas" (dirigida por Julia Carabias). Esta tesis servirá para mejorar las condiciones sociales y ambientales de su ejido, el cual se vio afectado por el cambio del cauce del río Lacantún, dejando una parte de su ejido como una isla, dificultando la comunicación y el tránsito. Realizó su servicio social en el hotel ecoturístico Canto de la Selva en donde lleva a cabo las actividades que realiza como presidente de la sociedad, además realiza recorridos de monitoreo y vigilancia en la selva conservada de su ejido para reportar ilícitos a las autoridades locales.

Aracely Ríos actualmente está terminando el 7o semestre de la carrera de biología. Ha colaborado con biólogos egresados del Instituto de Biología de la UNICACH en el diseño de un proyecto de un centro ecoturístico en Suchiapa, elaborando un diagnóstico biológico de la zona para reconocer la biodiversidad del lugar. Se ha desempeñado muy bien en las actividades escolares y extraescolares relacionadas a su profesión. Es tesorera del centro ecoturístico Selvaje y constantemente realiza acciones encaminadas a la conservación de su ejido.

Francisco Chankín Chambor concluyó el último cuatrimestre de la carrera de gastronomía en la Universidad de Artes Culinarias Parmentier, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Durante la pandemia comenzó a escribir su tesis "Técnicas culinarias y cocina de la Zona Lacandona" en donde da a conocer algunos métodos tradicionales para la obtención de materias primas para la cocina en su comunidad. Durante sus estudios, mostró mucho interés y un gran desempeño por su carrera; para poder llegar a la universidad Francisco viajaba 8 horas de ida y 8 horas de vuelta cada fin de semana. Francisco obtuvo un promedio general de 8.1. Francisco y su familia fueron apoyado por Natura y Ecosistemas Mexicanos con la construcción de un restaurante y un campamento. Cuando este negocio empezó a fortalecerse ocurrió la pandemia y frenó todo el turismo. Sus ingresos se cancelaron y su beca ya había acabado. Actualmente vive una situación

económica complicada pues en 2020 y en 2022 tuvo dos hijas. Se vio obligado a emplearse en trabajos eventuales para mantener a su familia.

Dévora Méndez Herrera terminó el noveno semestre de la carrera en gastronomía, concluyó sus prácticas profesionales y le falta realizar el servicio social, la tesis y concluir un semestre más. Durante la crisis sanitaria por la pandemia Covid-19, muchas de sus materias no pudieron llevarse a cabo en línea. Además, por esta contingencia se suspendió la materia de seminario de tesis. Cuando se suspendieron las clases presenciales, Dévora volvió a su ejido y atravesó varios problemas familiares que le impidieron concentrarse en sus responsabilidades académicas, ese semestre reprobó dos materias que tendrá que reponer. A pesar de esto, Dévora mantuvo un promedio de 8.6. A pesar de su entusiasmo y dedicación como estudiante, actualmente se dio de baja de la universidad ya que los problemas familiares antes mencionados se acrecentaron y la han alejado de sus responsabilidades académicas. Se debe fomentar de nuevo su interés, pero es necesario que las condiciones familiares se estabilicen, ya que están mezclados muchos temas que involucran a los proyectos de su ejido y a su estado emocional.

El 4 de junio de 2022, José Marroquín y Aracely Ríos viajaron a la Ciudad de México para participar en un evento en El Colegio Nacional titulado “Avanzando por una agenda ambiental juvenil interseccional: ocho años para lograrlo”. Este evento fue organizado por la Red de Jóvenes Ambientalistas y El Colegio Nacional. En este evento Aracely fue ponente. Tanto José como Aracely participaron en varias actividades realizadas en el marco del evento.

Se puede ver el evento en el siguiente enlace: https://youtu.be/aYcdpswHk08



Fig. 60 Avanzando por una agenda ambiental juvenil interseccional: ocho años para lograrlo”, en El Colegio Nacional.

La capacitación y formación constante de estos jóvenes les permitirá gestionar programas y proyectos para el desarrollo sustentable y contribuir al mantenimiento y promoción de la conectividad ecológica del paisaje y a la conservación de la selva de sus ejidos, atendiendo de manera profesional las diversas necesidades sociales y ambientales de sus comunidades.

III. Elaborar material didáctico y de difusión sobre temas ambientales para distribuirse en los poblados de la región y realizar el acopio de material didáctico para donar a escuelas del Marqués de Comillas.

Material lúdico

Se actualizó el material didáctico "maratón selvático", en el cual es un juego en el que se hacen preguntas a los niños sobre interacciones bióticas y datos generales de biología de la Selva Lacandona. También se actualizó el rompecabezas "El ciclo del agua" (Anexo4.1.3a_2022-6), que se utiliza cuando se imparten pláticas sobre los servicios ecosistémicos que brinda la selva, así como en ferias ambientales y demás eventos educativos.

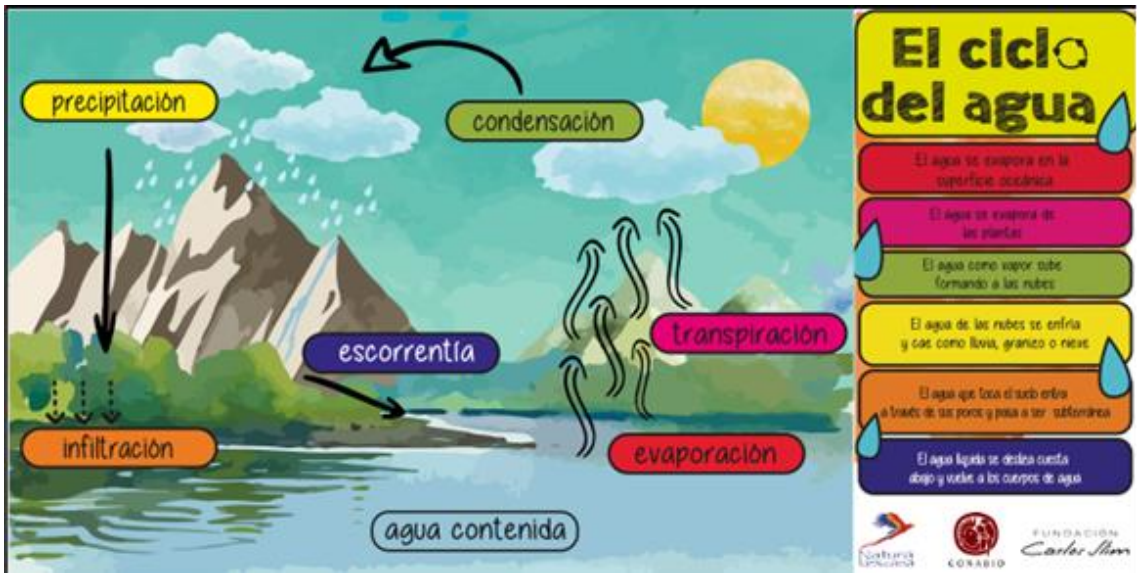


Fig. 61 Actualización del rompecabezas "el ciclo del agua".

El diagrama del ciclo del agua representa las distintas etapas del agua y su transformación de un estado a otro. Esto permite profundizar y conocer su papel en los ecosistemas naturales y regulación del clima. El uso de este material es un primer ejercicio para relacionar su entorno con servicios ecosistémicos de provisión y dar una breve explicación de como La Selva "produce" agua de manera global. Además, al utilizar este rompecabezas, promovemos el acercamiento de los menores a los modelos y a la aplicación del método deductivo, siendo este también una de las debilidades del sistema educativo de la región.

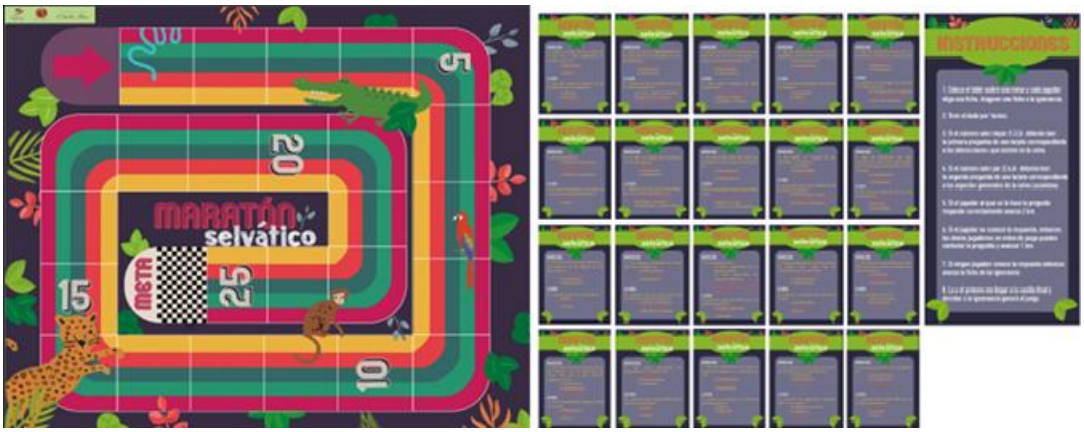


Fig. 62 Actualización del “Maratón selvático”.

El maratón selvático es un juego que contribuye a crear y reforzar conocimiento sobre las distintas interacciones bióticas y abióticas existentes en la selva. El juego consiste en ir avanzando lugares dentro de un tablero conforme se contestan preguntas correctamente. Durante el juego también se genera un refuerzo positivo al conocimiento del entorno, su funcionamiento, así como al trabajo y aprendizaje en equipo (Anexo4.1.3b_2022-6). Este material didáctico se ha utilizado para reforzar los conocimientos y como herramienta para alcanzar el nivel de comprensión en la taxonomía de Bloom. El juego ha tenido muy buena respuesta por parte de los niños quienes se muestran bastante emocionados e interesados por saber más de los temas cada que lo juegan.

Se diseñó un nuevo juego de mesa sobre la conservación del jaguar llamado “Acompáñame a la selva”. Este juego consta de 39 casillas, 8 de ellas presentan situaciones positivas o negativas para la conservación del jaguar, si caen en una casilla negativa como encontrarse con cazadores, retroceden casillas, y si caen en una casilla positiva como encontrarse con crías de jaguar, avanzan casillas (Anexo4.1.3c_2022-6). Este tipo de juegos, además de reforzar los conocimientos adquiridos sobre las amenazas del jaguar, también promovemos a la internalización de las acciones positivas para la conservación del jaguar. Se presentó a los niños en las ferias ambientales y al no necesitar conocimientos previos permite que más niños, jóvenes o adultos puedan participar y aprender.



Fig. 63 Diseño del juego “acompáñame a la selva”.

Al terminar el curso “Técnicas narrativas para libros infantiles” en el que participó personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos, con la ayuda de Aline Hilary González Vargas, editora de “Loqueleo” de la editorial Santillana, se elaboró el primer borrador de un cuento sobre el Pecarí de labios blancos. Este cuento, además de contar la historia de una familia de pecaríes de labios blancos y la problemática ambiental que enfrentan, **REFUERZA** los valores y habilidades del P21 (Partnership for 21st Century Skills). Algunos de las habilidades que se buscan adquirir y robustecer son: pensamiento crítico, creatividad, colaboración, comunicación, flexibilidad, adaptabilidad, interacción social, liderazgo, y responsabilidad. Como objetivo secundario, se trabaja la importancia de la conservación de los fragmentos de selva remanentes de los ejidos del Marqués de Comillas para la conservación de las especies prioritarias en riesgo y de la biodiversidad en general (Anexo4.1.3d_2022-6).



Fig. 64 Imágenes del cuento “El pecarí de labios blancos y su familia gigante”.

También se diseñaron dos juegos tipo cuento “Biocomunidad” y “Nuestra Selva”, los cuales buscan fomentar en los niños el entendimiento y respeto hacia la selva a través de actividades lúdicas. “Biocomunidad” es un juego cooperativo, es decir, todos los participantes juegan juntos y se pueden consultar los unos a los otros. Esto fomenta el trabajo en equipo en lugar de la competencia. El objetivo del juego es adivinar el nombre de 12 animales empleando únicamente los distintos íconos del tablero. Estos íconos expresan múltiples conceptos asociados al mundo animal como hábitat, tipo de dieta,

tamaño, piel, color, velocidad, tipo de extremidades, carácter, entre otros. “Biocomunidad” es un juego para niños mayores de 4 años, una partida aproximadamente dura entre 20 y 30 minutos y pueden jugar de 2 a 12 jugadores juntos (Anexo4.1.3e_2022-6).

Por otro lado, el juego “Nuestra Selva” transcurre en un anillo de seis terrenos en la que los jugadores construyen comunidades y recuperan la selva perdida en la que vive Maya la guacamaya, a través de la construcción/elaboración/generación de corredores biológicos. Cada terreno genera un recurso específico: árboles, semillas, mariposas, jaguares y peces. Los jugadores deben usar estos recursos para recuperar la selva, ordenar el territorio y vivir en armonía. “Nuestra Selva” es un juego para niños mayores a 8 años, se puede jugar de 2 a 4 jugadores y la partida dura aproximadamente entre 30 y 45 minutos. Ambos juegos están basados en juegos preexistentes, pero fueron adaptados y diseñados por el personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos, para cumplir con las habilidades y conocimientos que se quieren reforzar en el Marqués de Comillas a través de actividades lúdicas (Anexo4.1.3f_2022-6).



Fig. 65 Tableros de juegos “Biocomunidad” (izquierda) y “Nuestra Selva” (derecha).

Guías de identificación y pedagógicas

Para las actividades que se realizan durante las visitas a la Estación Chajul, en las que se tiene la oportunidad de adentrarse en la selva, es necesario material de apoyo para tener una mejor experiencia. La guía de senderos que se diseñó permite que los niños se involucren en actividades de monitoreo de especies, mediante la utilización de guías de identificación, pero también es material diseñado para los servicios y voluntarios que dirijan el sendero.

Durante el periodo del proyecto, se diseñaron guías para la identificación de aves ya que, durante las actividades en el sendero, así como durante el recorrido en lancha para llegar a la Estación es común ver un gran número de aves, además de ser organismos bastante atractivos para los menores. También se diseñó una guía de huellas para emplearlo como método de monitoreo indirectas como es la identificación de huellas, el cual aprovecha las zonas inundables, espacios ideales para la impresión de huellas. Además de su

ocupación durante las visitas a la Estación Chajul, también se tiene el objetivo de que los niños puedan identificar los rastros de los mamíferos y aves que habitan en los medios naturales en su ejido o cuando van caminando por la selva o hacia la parcela con su familia.

Las guías de sendero se diseñaron para los servicios y voluntarios que llevan a cabo las explicaciones al interior de los senderos. Estas guías se hicieron con el objetivo de establecer las estaciones, la información que se comparte y las actividades que se realizan con los niños. Además, permiten ubicarse y señala puntos de referencia en cada uno de los senderos, para evitar cualquier percance y hacer los recorridos de forma más segura.



Fig. 66 "Identifica tu huella".

La guía "Identifica tu huella", incluye las huellas anterior y posterior de los animales que habitan la región. También incluyen una ilustración del animal, el nombre común y el nombre científico por lo que brinda conocimiento práctico para la identificación de presencia de distintas especies de animales de la zona y su importancia. La presencia de fauna silvestre es un indicador de un buen estado de salud del ecosistema, lo que se refleja en beneficios para la población (Anexo4.1.3g_2022-6).

Durante este periodo, se realizó un taller específicamente para el monitoreo de mamíferos en el cual los niños identificaron diversas huellas en el interior de los senderos cuando fueron a la Estación Chajul. Las guías permitieron que los niños se involucraran en el monitoreo, se mostraron muy entusiastas por identificarlas.



Fig. 67 "Guía de aves".



Fig. 68 Niños haciendo uso de las guías de identificación.

Por otra parte, la "Guía de aves" cuenta con 28 especies que son comunes en los ejidos y en los terrenos de selva conservada. Esta guía fue empleada en las actividades de educación ambiental en la Estación Chajul y en las escuelas de los ejidos de Marqués de Comillas. Además, esta guía sirve como herramienta para poder realizar diversas actividades lúdicas con los niños como la formación de grupos de pequeños monitores comunitarios de aves (Anexo 4.1.3h_2022-6).

La guía de aves es material práctico que permite identificar aves de la región y su biología como lo es el canto, colores, patrones en juveniles y adultos, temporalidad, dimorfismo sexual, entre muchos otros. El conocimiento de especies facilita el fortalecimiento del

vínculo entre agentes locales y su medio natural. Ya que aporta conocimiento y habilidades que les son útiles en su vida personal y profesional, como lo es para los guías certificados que trabajan en centros ecoturísticos en la región.

Como se ha mencionado numerosas veces, una de las actividades más importantes durante las visitas a la Estación Chajul, es el recorrido al interior de la selva húmeda conservada de la RBMA. Esta actividad permite que los niños conozcan este ecosistema, activen sus sentidos y logren identificar la diversidad que hay en su interior, los organismos, sus colores, formas, cómo interactúan con factores abióticos y con el resto de los organismos, diversos ciclos como el hidrológico, los biogeoquímicos entre otros.

Durante el recorrido el equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos complementa la experiencia con una narrativa de acuerdo con el tema abordado y al objetivo de aprendizaje a desarrollar, por lo que el uso de guías de sendero facilita la explicación de diversas estaciones a lo largo del sendero. Las guías de sendero consisten en un mapa, un glosario donde se incluye la simbología utilizada en cada uno de los mapas, una descripción del sendero y una tabla de actividades que conduce la experiencia de aprendizaje (Anexo4.1.3i_2022-6).

Cuadernillos de actividades

Para dar atención a los niños de los ejidos del Marqués de Comillas durante el tiempo de pandemia, se elaboraron dos cuadernillos de actividades: el primero con información sobre el deterioro y la pérdida de biodiversidad y el segundo sobre la biodiversidad de aves (haciendo alusión al 4 de octubre, día mundial de las aves) y sobre los efectos de la pérdida de biodiversidad en la salud de los ecosistemas y en las personas. Este último tema se incluyó para introducir así el tema de la pandemia por la enfermedad de Covid-19, y poder brindar explicaciones sobre los factores medioambientales que pudieron haberla generado, así como para poder brindar recomendaciones a la población del Marqués de Comillas para evitar contagios (Anexo4.1.3j_2022-6, Anexo4.1.3k_2022-6). El material fue entregado casa por casa a niños de 5° y 6° de primaria de los ejidos Pirú, Santa Rita, Chajul, Playón de la Gloria, Galacia, Flor del Marqués, Emiliano Zapata, La Victoria, Quiringüicharo y Lic. Adolfo López Mateos, a través del comité de representación de PSA (Pago por Servicios Ambientales).



Fig. 69 Entrega de material de sensibilización para los niños del Marqués de Comillas.

Infografías

Se diseñaron infografías sobre especies prioritarias en riesgo de la Selva Lacandona para utilizarse como material de apoyo en las jornadas de educación ambiental en la región. Estas infografías fueron utilizadas como material de apoyo para algunas intervenciones sobre el tema, que cuentan con información relevante y apoyo visual que permiten a los niños recordar la información.

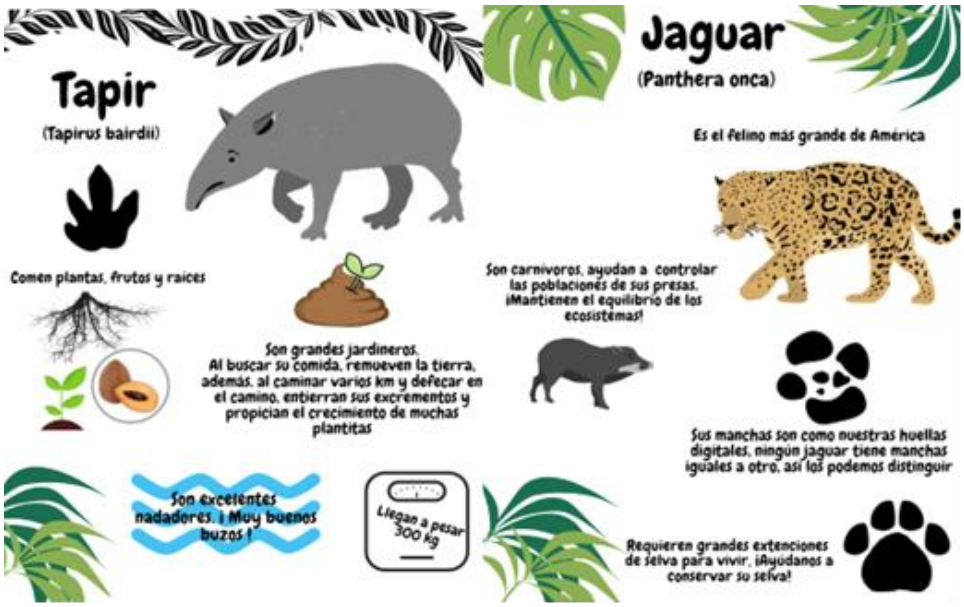


Fig. 70 Infografías sobre especies prioritarias en riesgo.

Para atender la falta de información y la información falsa en el municipio se diseñó un compendio de infografías con información sobre la pandemia causada por la enfermedad Covid-19, formas de transmisión y las medidas y disposiciones oficiales para evitar el contagio, así como sobre los mitos y las realidades que hay en torno a esta enfermedad.

Todo este material fue distribuido de forma electrónica con los pobladores del municipio Marqués de Comillas. Esta acción ayudó a frenar contagios entre la población. A pesar de que hubo casos positivos, al adquirir esta información pusieron en práctica las medidas pertinentes y pudieron evitar el incremento de esta enfermedad.

Varios ejidos, después de obtener esta información, decidieron cerrar el paso de gente externa a sus comunidades e informaron a la población local para que se quedara en casa y así evitar su propagación (Anexo4.1.3a_202.)



Fig. 71 Infografías sobre Covid-19 que fueron distribuidas a ejidos del municipio Marqués de Comillas.

Programa educativo ambiental

Se diseñó un programa de educación ambiental que tiene como objetivo mostrar las relaciones existentes entre humanos y naturaleza, la importancia de las especies en peligro de extinción que habitan en la Selva Lacandona y cómo mejorar las relaciones con los ecosistemas. Se muestra el esquema (fig. 70) con los temas a abordar y algunas ideas de cómo hacerlo. A partir de dicho programa se buscó orientar todas las intervenciones realizadas.

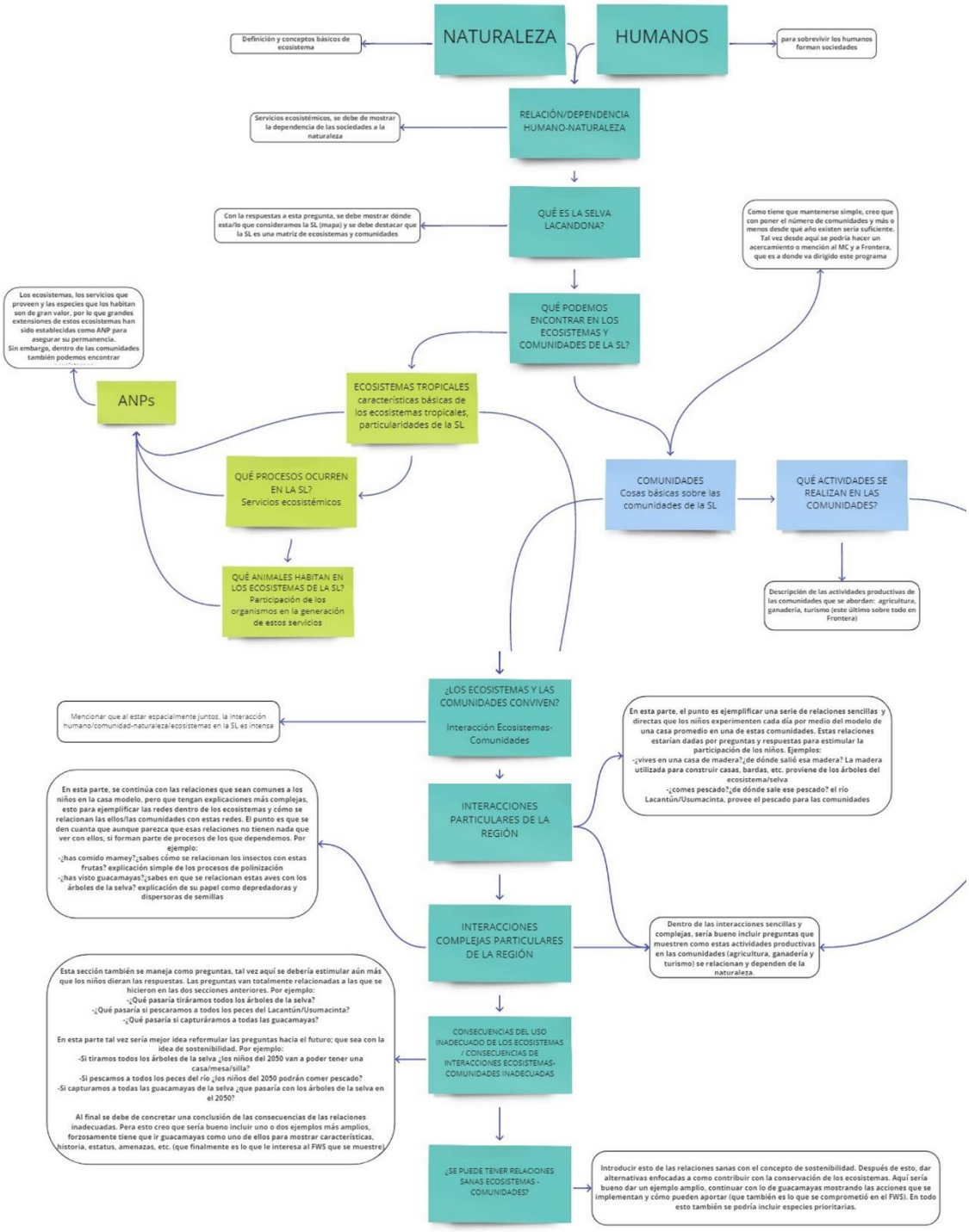


Fig. 72 Esquema para la elaboración del programa de educación ambiental.

Material audiovisual y difusión

Se elaboraron 3 videos que se entregaron a los profesores de la región para que los utilizaran de material de apoyo en sus clases. El primer video trata sobre qué es la biodiversidad y la importancia de la conservación de la Selva Lacandona como uno de los principales centros de biodiversidad del país, el segundo explica el cambio climático y el tercer video habla sobre el desarrollo sustentable (Anexo4.1.3n_2022-6).



Fig. 73 Videos sobre la biodiversidad en la Selva Lacandona, cambio climático y desarrollo sustentable, entregados a profesores del municipio Marqués de Comillas como apoyo para impartir sus clases.

En apoyo a las intervenciones de educación ambiental realizadas por el equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos, se actualizaron las presentaciones sobre temas ambientales que se han impartido en las escuelas de los ejidos de Marqués de Comillas y en las jornadas de educación ambiental en la Estación Chajul, con el objetivo de mejorar los contenidos (Anexo4.1.3o_2022-6)

Como parte del material de difusión de la biodiversidad de la región, se diseñó el calendario anual de la biodiversidad de la selva en el que, a partir de fotografías de las especies más emblemáticas, hace un recorrido del patrimonio natural de la región de la Selva Lacandona. Está disponible en el Anexo4.1.3p_2022-6.



Fig. 74 Calendario de biodiversidad 2022.

Material de trabajo Kit Zettelkasten

Por otro lado, con cada uno de los temas ambientales impartidos en los talleres y cursos se implementó la metodología *Zettelkasten*, que consiste en almacenar ideas en un mismo lugar y con el mismo formato, con las cuales vas formando conexiones, lo que permite el aprendizaje incluso a largo plazo. Además, al contar con el formato bien estructurado y con ciertas restricciones, promueve el pensamiento y la creatividad de los menores. Por lo anterior, los niños y jóvenes lograron conectar y sintetizar ideas.

Por tal motivo, se optó por comprar y construir *kits* de trabajo para los niños y jóvenes que asistieron a los talleres. Los *kits* permitieron realizar actividades de reforzamiento del

tema impartido, así como para incrementar el interés en los niños y jóvenes sobre temas en materia ambiental.

Los *kits de trabajo* se conformaron por material necesario para la colecta y procesamiento de la información con la implementación del método *Zettelkasten*, el *kit* incluyo fichas bibliográficas para escribir las notas permanentes y generar síntesis, una pequeña libreta para el registro de las notas temporales que posteriormente deben procesar; así como material necesario para la escritura de dichas ideas: plumas, lápices, gomas y sacapuntas. En cuanto a la conexión de ideas se añadieron cordones de colores para que manualmente los menores unan las fichas con ideas relacionadas y puedan generar otras más complejas y con sus palabras. También se diseñaron unos sellos para marcar aquellas fichas con síntesis dependiendo del nivel de la clase en la que se desarrolló, con la intención de evitar redundar en conocimientos o dejar vacíos en caso de que el niño o niña no haya podido asistir a alguna reunión. Para almacenar las fichas se incluyó una bolsa hermética que permite guardar las ideas en la libreta y las fichas generadas y protegerlas de la humedad extrema de la región.

Durante las primeras intervenciones en las que se aplicó el método *Zettelkasten*, se observaron las deficiencias y áreas de oportunidad del método. En este caso gran parte de los niños de la región no saben escribir, por lo que recurren a representaciones gráficas y mediante dibujos los niños son capaces de plasmar ideas simples. Incluso aquellos niños que saben escribir se notaron más entusiastas al querer complementar las oraciones con dibujos. Cuando se agregó la variante de poder dibujar, se notó una mejor respuesta en los niños, mayor apreciación de sus tarjetas con su conocimiento y se evitaba que recurrieran a copiar sin comprender las ideas.

Por lo anterior, el *kit* también incluyó material para ilustrar como lápices de colores, gises, pintura, plumones, crayolas, pero también material para representar de diferentes conceptos, dinámicas o interacciones, con diversos materiales como papel de colores, cartulinas, plastilina, fichas, plumas de colores, perforadora, cúter, tijeras, regla y mica, material que también fue utilizado para la elaboración del kit.



Fig. 75 Niños del ejido Flor del Marqués con parte del *Kit Zettelkasten* y su pasaporte ambiental.



Fig. 76 Niños haciendo uso de su *Kit Zettelkasten*.

IV. Evaluar el cambio de actitud frente a temas de medio ambiente y percepción sobre la naturaleza como efecto de las actividades de educación ambiental.

Se planteó un ejercicio de análisis del efecto percibido del trabajo de sensibilización ambiental realizado por los técnicos de Natura y Ecosistemas Mexicanos desde el 2015 al 2022 (Anexo4.1.4_2022). Para esta evaluación se consideran dos grupos: el primero perteneciente a una microrregión de Marqués de Comillas (en el área de influencia de la Reserva de la Biosfera de Montes Azules) donde se destacan 7 ejidos con participación continua en actividades del programa de Educación Ambiental de Natura y Ecosistemas Mexicanos; el segundo compuesto por ejidos de los municipios vecinos en Benemérito de las Américas y Ocosingo, equiparables a los del primer grupo en tamaño poblacional y características socioeconómicas. Estos ejidos pertenecientes al grupo control, no han tenido participación en un programa de educación ambiental formal a lo largo de estos años.

Los ejidos evaluados que han participado permanentemente en el programa de educación ambiental desde su implementación en 2009 impartido por Natura y Ecosistemas Mexicanos pertenecientes al primer grupo son: Adolfo López Mateos, Flor del Marqués, Boca de Chajul, Playón de la Gloria, Galacia, Santa Rita y El Pirú. Por otra parte, los ejidos del grupo control, son aquellos que no han tenido participación en algún programa enfocado a temas de educación ambiental son: Ixcán, Peña Blanca, Roberto Grajales y Flor de Cacao.

Para la evaluación se realizaron entrevistas estructuradas de 8 preguntas abiertas, en las cuales se interpretaron las respuestas en las siguientes 5 categorías:

a) Conocimiento general del medio natural (verde),

b) Actividades económicas relacionadas del entorno natural (morado),

c) Conocimiento o aptitudes influenciadas por el trabajo de Natura y Ecosistemas Mexicanos (amarillo),

d) Asegura no conocer o no respondió (rojo),

e) Especies de uso doméstico (no nativas) (naranja).

La intención de utilizar preguntas abiertas es no limitar las respuestas de los participantes y poder obtener fragmentos de entrevistas que puedan recopilarse y usarlas como un ejercicio descriptivo de cómo perciben las infancias su entorno natural.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Pregunta 1: ¿Qué sensación te da entrar a la selva/montaña o monte?

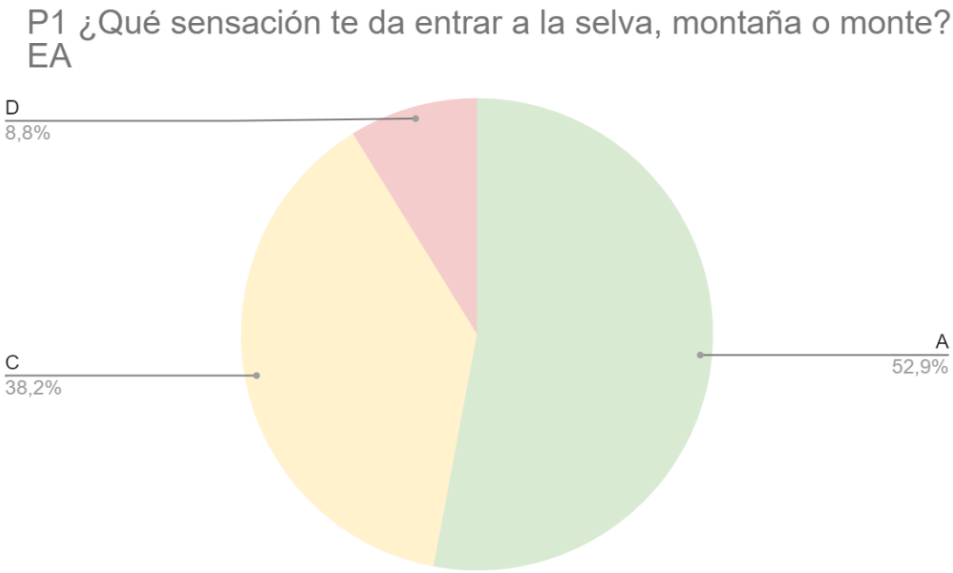


Fig. 77 Pregunta 1 Gráfico de pastel del grupo con Educación Ambiental.

El 52.9% de la población entrevistada del grupo que recibió educación ambiental mencionó el recorrido por los senderos de la estación Chajul en la cual pudieron oír animales, observar huellas de animales y cruzar el río Lacantún. También más de la tercera parte de los niños entrevistados (38.2%) logró mencionar indirectamente algún tipo de servicio ecosistémico en sus respuestas como la tranquilidad que les da caminar en la selva, observar flores, la provisión de sombra, agua limpia en el río y una mucho mejor calidad de aire. Todas estas respuestas pertenecen a las categorías A y C. Un 8.8% de los niños entrevistados no mencionaron ningún tipo de sensación relacionada a visitar la Selva, monte o montaña.

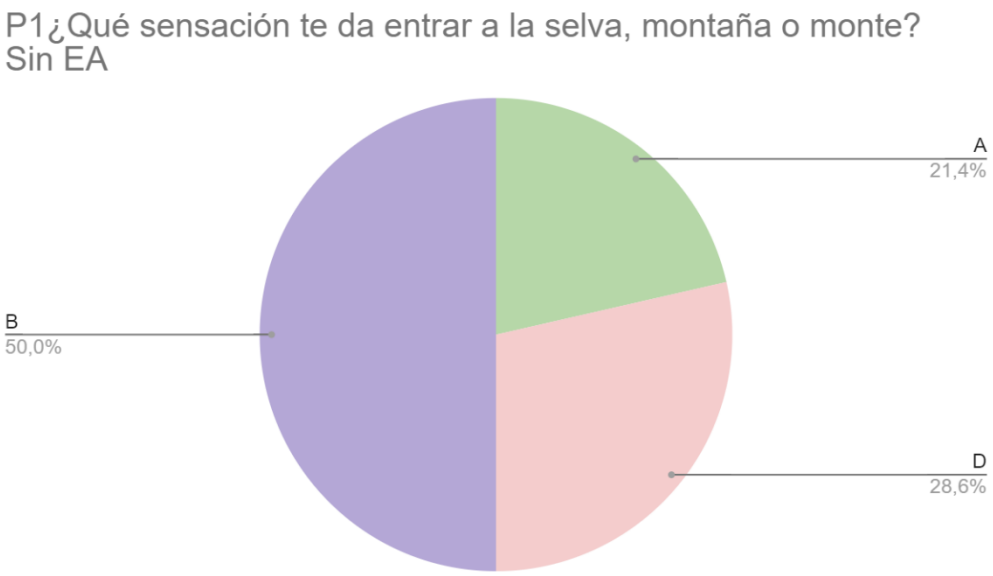


Fig. 78 Gráfico de pastel del grupo sin Educación Ambiental.

Con respecto al gráfico del grupo control, la mitad de los niños mencionaron visitar el monte por solicitud de sus padres o de algún familiar. Esto relacionado a actividades económicas (Categoría B) lo cual estuvo inherentemente asociado a sensaciones como olor a animal muerto, cansancio y monte quemado. Un 21.4% de las personas entrevistadas en este grupo mencionaron flores y animales, pero en mucha menor medida (categoría A), una diferencia de casi 30% menos con en el grupo anterior. Por último, un 28.6 % aseguró no tener una idea clara de qué sensación le provoca visitar o caminar por manchones de selva ya sea por no conocerla o por no recordar.

Pregunta 2: ¿Cuál es tu planta o árbol favorito?

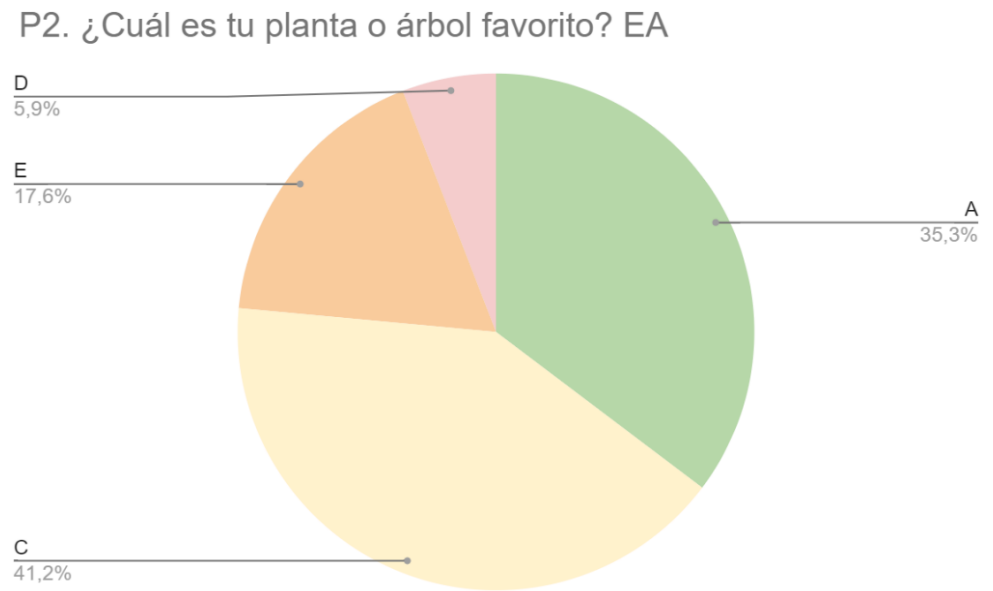


Fig. 79 Pregunta 2 Gráfico de pastel Grupo con Educación Ambiental.

El 41.2% (respuesta de la categoría C) de los niños entrevistados contestaron que su planta favorita era la ceiba (descrita como un árbol muy grande con raíces gruesas). Esta especie es mencionada durante los recorridos en los senderos de la estación Chajul por su importancia cultural y biológica, incluso durante el recorrido existe una parada destinada especialmente a una plataforma en la copa de una ceiba, donde se ejemplifican los estratos de la selva y el uso que se le ha dado como sitio estratégico de observación de fauna. Otros niños también mencionaron el frijolillo, plumillo y bejucos que entran en la categoría de conocimiento general (A) y un menor porcentaje mencionó flores como rosas y girasoles (E). Finalmente, un 5.9% no mencionó una planta favorita.

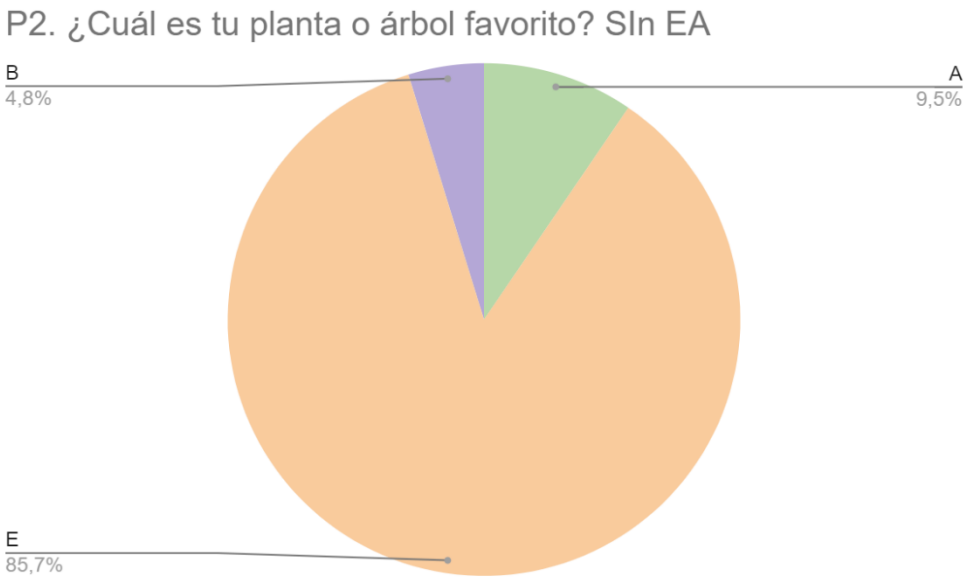


Fig. 80 Pregunta 2 Gráfico de pastel Grupo control.

El 85.7% de los niños entrevistados mencionó que sus plantas o árboles favoritos eran especies comerciales principalmente el Rambután y la guanábana, en esta misma categoría también se mencionaron los girasoles y rosas como flores favoritas, todas estas pertenecientes a la categoría (E de especies de uso doméstico). Con un 9.5 % se mencionaron árboles grandes donde se pueda jugar o trepar y solo el 4.8 % mencionó que su planta favorita está relacionada a algún familiar que haya estado involucrado en la siembra de especies frutales.

Pregunta 3 ¿Te has lastimado alguna vez con una planta?

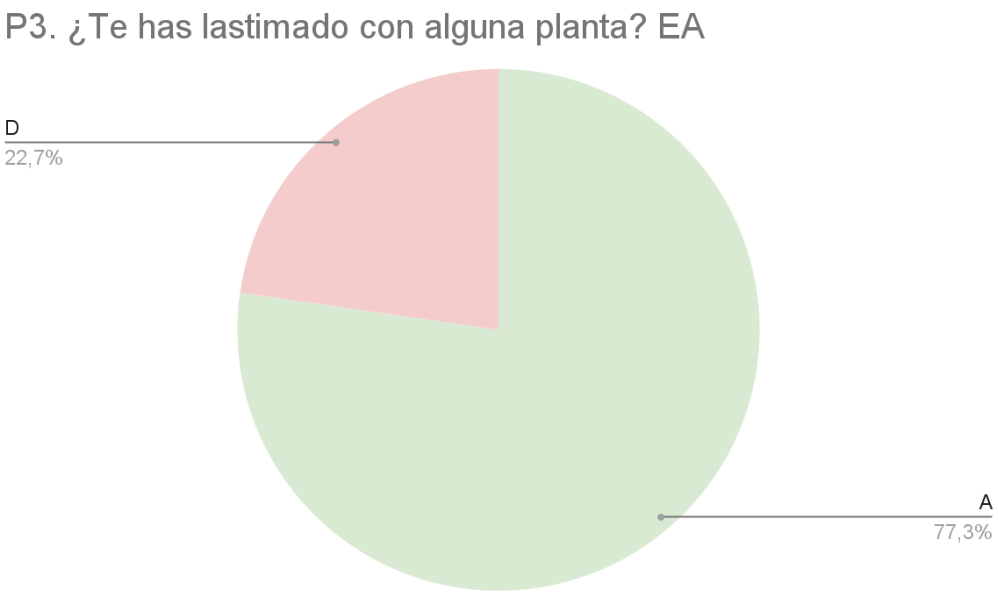


Fig. 81 Pregunta 3. Gráfico de pastel grupo con educación ambiental.

La gran mayoría de las personas entrevistadas (77.3%) pudieron mencionar el nombre de la planta con la que se han lastimado, raspado, o que incluso les ha generado alguna hinchazón o comezón. En las respuestas destacan la navajuela, la mala mujer, coyolo, bejuco y yerbamora. Esto se puede corroborar al pedir una breve descripción de la planta, como lo es el tamaño de las hojas, color de la flor, tipo de espinas o la parte que les provoca hinchazón. En mucho menor medida, con un 22.7%, los estudiantes no reconocieron la planta por nombre solo podían decir que se espinaron o rasparon por estar cerca de una mata.

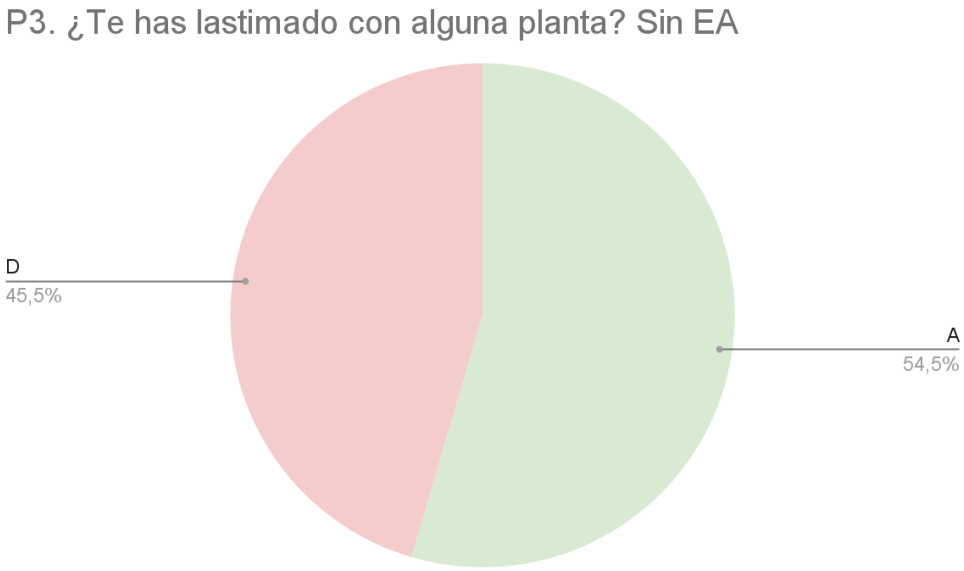


Fig. 82 Fig. 6. Gráfico de pastel grupo sin educación ambiental.

El 54.5% de las personas entrevistadas mencionaron navajuela y bejuco como las principales plantas con las que habían tenido roces o heridas. En menor medida también

fueron mencionados la flor blanquita, el zacate, la espina, el chilio y la malanga. Cabe mencionar que para poder ser consideradas en la categoría de conocimiento general debían mencionar características particulares de la planta. Un 45.5 por ciento de la población entrevistada mencionó características generales como plantas con espinas. Para esta pregunta, en el grupo control se duplicó el porcentaje de estudiantes que no pudieron mencionar las plantas por nombre o características particulares con las que han tenido raspones, heridas o malas experiencias con respecto al grupo que si ha recibido educación ambiental.

Pregunta 4 ¿Alguna vez tu o alguien de tu familia ha usado una planta como solución a algún apuro?

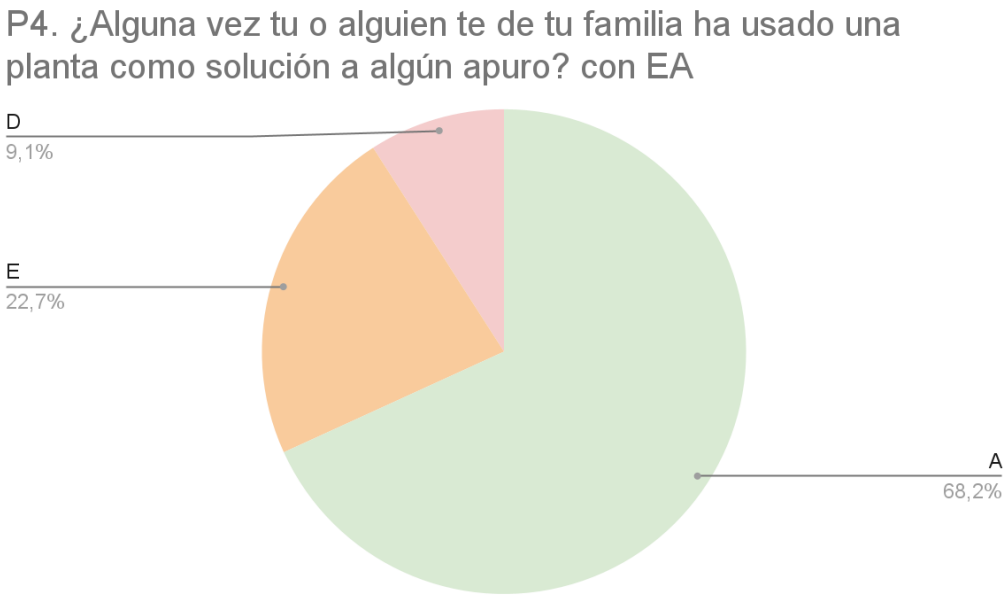


Fig. 83 Gráfico de pastel Pregunta 4 grupo con educación ambiental.

El 68% de los niños entrevistados contestaron que conocían varías plantas locales de uso medicinal, dentro las cuales mencionaron: tres puntas, guayacán, ruda, chincuya y yerbamora. Es valioso mencionar que incluso se mencionó una especie cuya descripción incluía un tallo comestible. El 22.7% mencionó especies de uso doméstico como el té de canela, de limón o de hierbabuena para tratar diarrea, dolor de cabeza y fiebre.

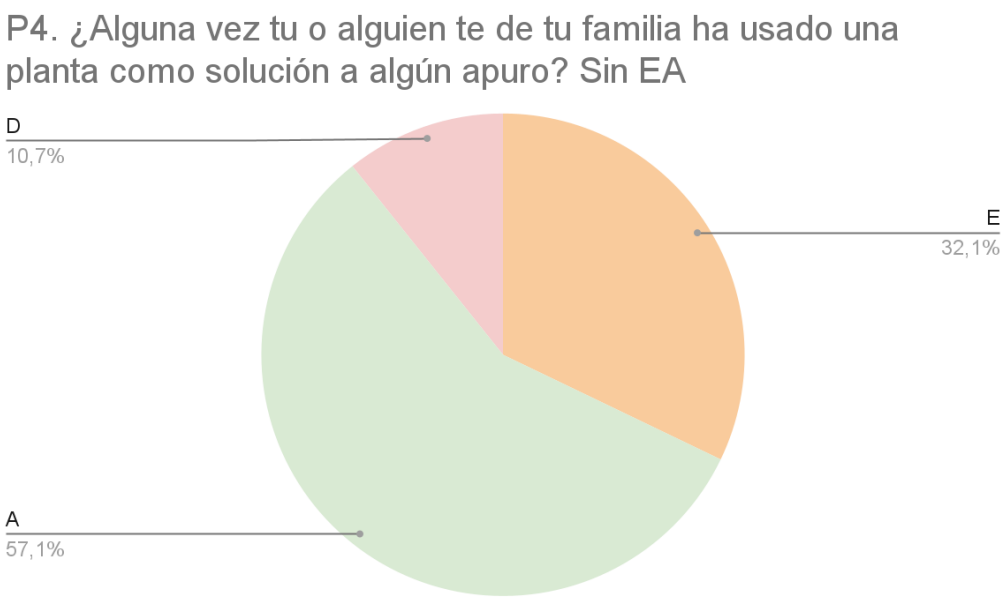


Fig. 84 Gráfico de pastel Pregunta 4 grupo sin educación ambiental.

El 57% de los encuestados respondieron que su familia cuenta con alguna tradición de uso medicinal de plantas locales, donde resalta tres puntas para el tratamiento de varios síntomas como el dolor de cabeza y de estómago. Dentro de esta categoría también se mencionaron usos recreativos como el bejuco para jugar y árboles para trepar. Incluso se mencionó la aportación de oxígeno por parte de las plantas. En la categoría de plantas de uso doméstico se mencionaron té de manzanilla y de limón. Finalmente, el 10% de los encuestados aseguraron no tener ninguna experiencia con plantas medicinales o de algún tipo de aplicación para el humano.

Pregunta 5: ¿Hay alguna parte del monte que sea importante para ti o para tu familia?

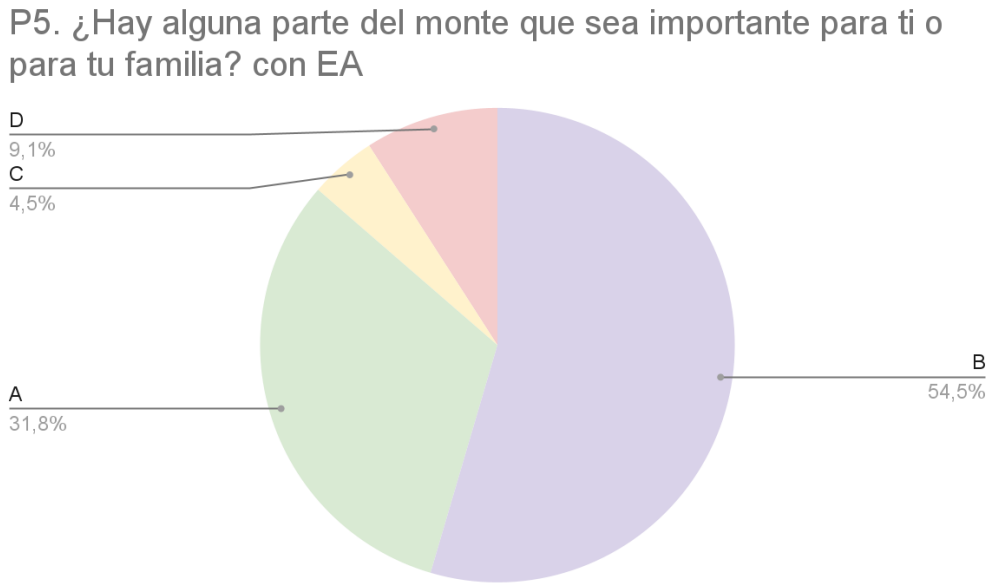


Fig. 85 Gráfico de pastel Pregunta 5 grupo con educación ambiental.

El 54.5% de los niños entrevistados respondieron con experiencias positivas para ellos y su familia en senderos dedicados al conocimiento de la selva, el arroyo Manzanares donde nadan con sus primos, sitio perteneciente al Centro Ecoturístico Selvaje, y también se mencionó el sitio de avistamiento de fauna las Dos Torres, acompañado por los guías certificados del Campamento Tamandua. Dentro de esta misma categoría se mencionó como una experiencia positiva poder avistar fauna durante recorridos de trabajo en campo con sus papás. Con respecto a la siguiente categoría (A), el 31% de los estudiantes mencionaron espacios naturales como árboles grandes, ríos y sitios donde en algún momento vieron huellas de fauna o guacamayas. Un 9.1% no mencionó afinidad por algún sitio en particular (D) y un 4.5% mencionó la estación Chajul como un sitio importante para ellos mismos como un sitio de representación de la selva.

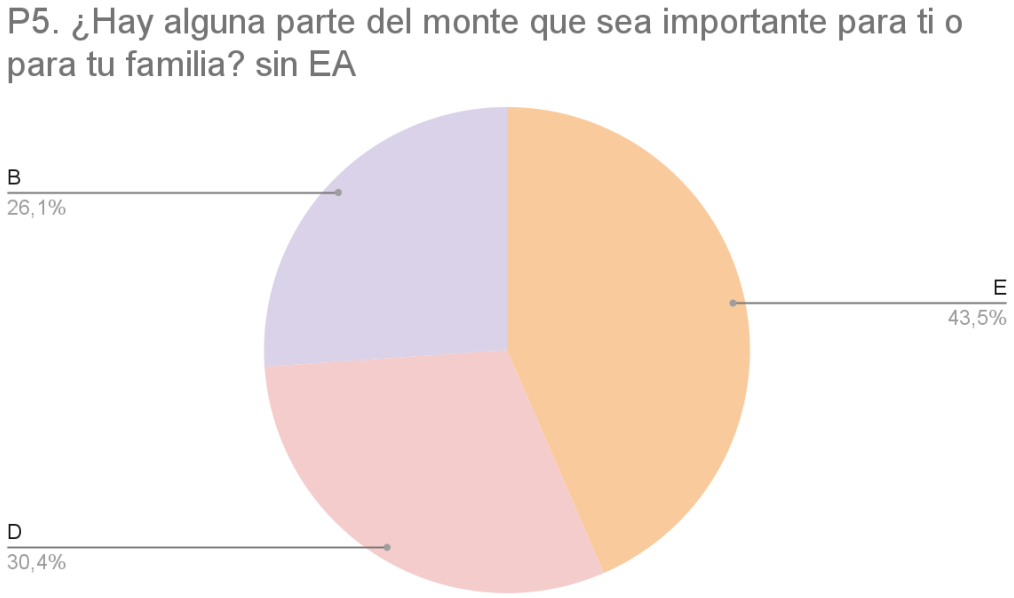


Fig. 86 Gráfico de pastel Pregunta 5 grupo sin Educación Ambiental.

El 43% de los encuestados respondieron con plantas que son de importancia para su familia como lo son frutas como la sandía, papaya, pepino, coco y camote (categoría E). Dentro de esta misma categoría se mencionaron flores como rosas y girasoles como de importancia para su familia. El 26.1% de los encuestados respondieron que la parcela de trabajo de la familia es importante para su desarrollo económico (categoría B). Finalmente, 30% de los encuestados no mencionaron un sitio de importancia para ellos o su familia relacionado al monte.

Pregunta 6: Si la Selva pudiera hablar, ¿Qué te diría?

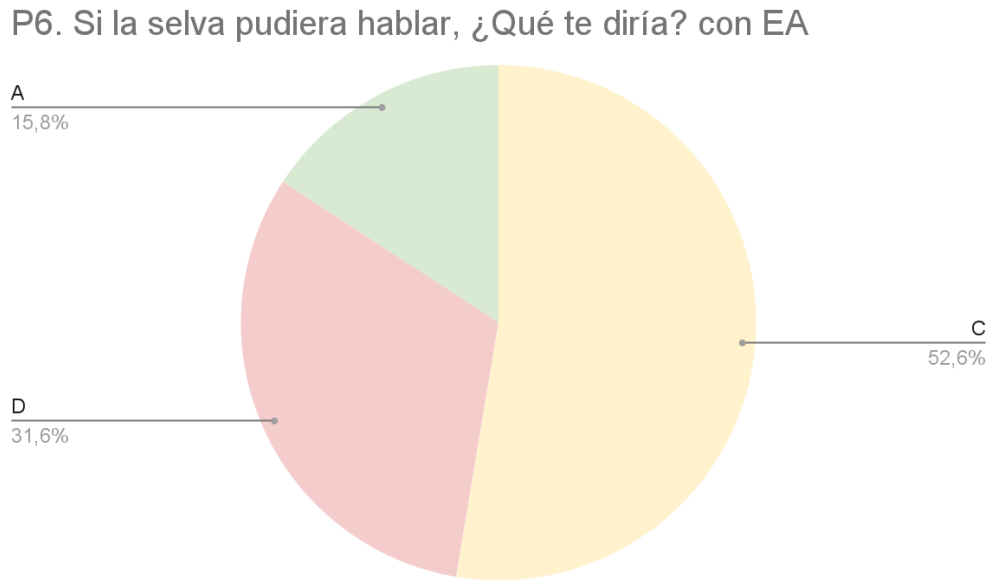


Fig. 87 Gráfico de pastel Pregunta 6 grupo con Educación Ambiental.

El 52.6% de los encuestados (categoría C) tuvieron respuestas positivas en función a la conservación de la selva y de las especies animales y vegetales que viven ahí con comentarios como “No me contamines”, “No extraigas flora y fauna”, “No tumbes”, “Que bueno que vienes a verme y a conocerme” y “Siembra más árboles para la selva”. Un 15.8 % (categoría A) respondió con comentarios de tener cuidados de animales peligrosos y procurar estar en familia en la selva. Para finalmente con un 31.6%, los estudiantes que aseguraron que la selva no diría nada o no saben qué les diría.

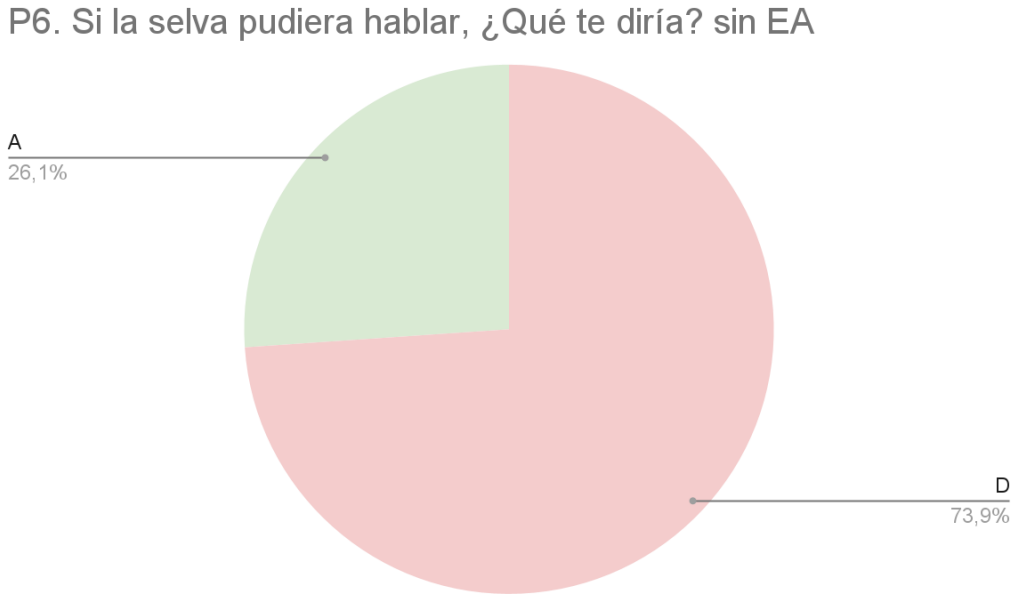


Fig. 88 Gráfico de pastel Pregunta 6 grupo sin Educación Ambiental.

El 73.9% de las personas entrevistadas mencionaron que la selva no podría hablar con ellos, no sabrían qué diría o que no podría decir nada. En comparación de un 26.1% de estudiantes que mencionaron que la selva les contaría de los animales que viven ahí, como crece el monte y que incluso tendrían oportunidad de pedirle a la selva que dé más frutos.

Pregunta 7: ¿Qué pasaría si no hubiera plantas?

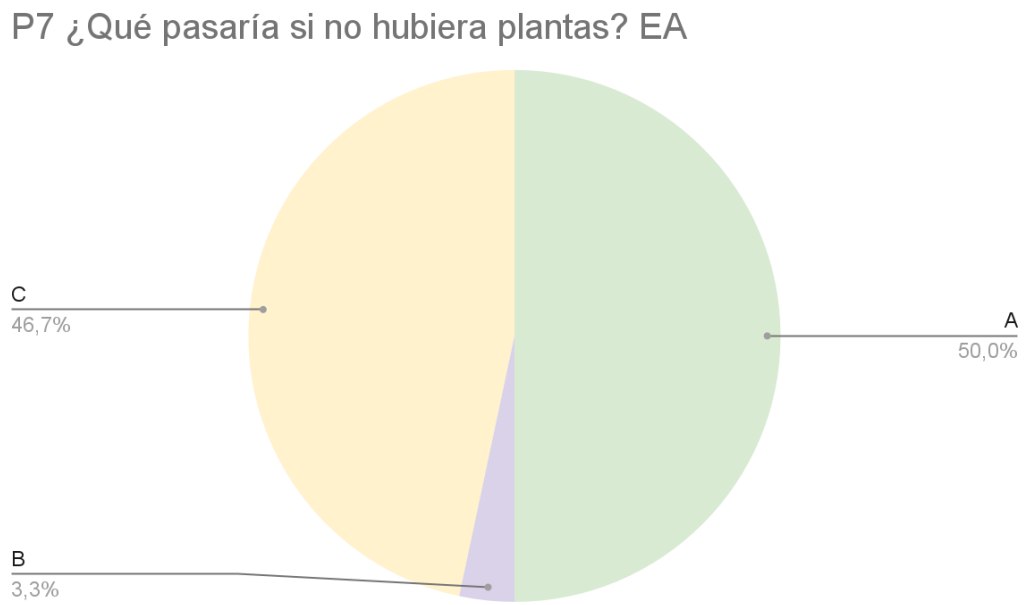


Fig. 89 Pregunta 7 Gráfico de pastel Grupo con Educación Ambiental.

El 46.7% de los niños entrevistados dieron respuestas que entran en la categoría de relaciones bióticas y abióticas vistas en pláticas durante las visitas a la estación Chajul (categoría C). Algunas de las respuestas fueron, la tierra se volvería infértil por falta de agua, no ocurriría dispersión de semillas, subiría mucho la temperatura, daños a la salud de las personas y los árboles no podrían proporcionar sombra. El 50% (categoría A) mencionó una tierra desierta, ausencia de animales y mala calidad de aire. Es muy valioso resaltar conceptos vitales en la función de una selva sana como la dispersión de semillas y la continuidad del ciclo del agua. Finalmente, con un 3.3% se mencionó que sin plantas no podría haber madera para crear casas y muebles (categoría B).

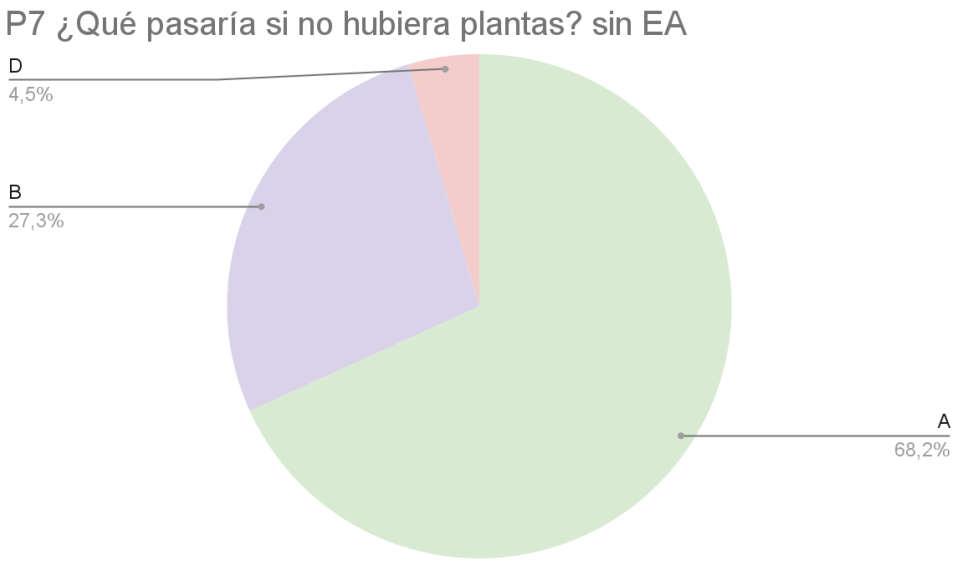


Fig. 90 Pregunta 7 Gráfico de pastel grupo control.

El 68% de los entrevistados respondieron que los animales se morirían, que la falta de plantas afectaría a su familia y disminuiría la calidad del aire. Cabe resaltar que dentro del porcentaje de categoría B, varios estudiantes mencionaron que se sentirían tristes o mal por no ver plantas, una respuesta que refleja una sensación de empatía hacia la naturaleza.

Pregunta 8: ¿Cuál es la primera planta que se te ocurre cuando hablan de la selva?

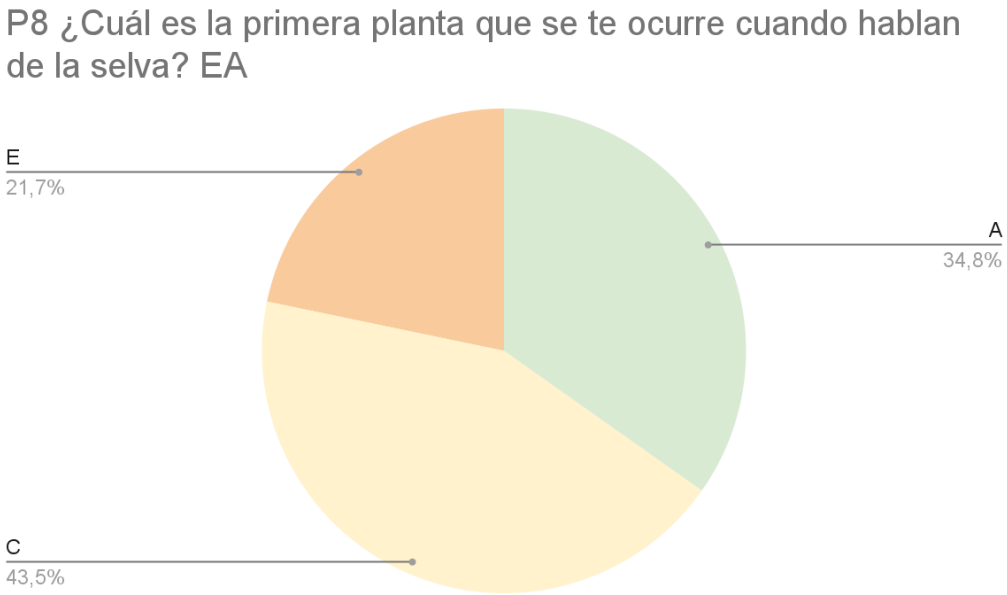


Fig. 91 Gráfico de pastel Pregunta 8 grupo con Educación Ambiental.

El 43.5% (categoría C) de los estudiantes entrevistados aseguraron que la primera planta que se les ocurre cuando alguien menciona la selva es una ceiba, con una gran mayoría. También hubo mención de árboles de importancia dentro de los senderos como rosul, guacibán, matapalo, caoba, frijolillo y cedro. Todos ellos mencionados en los senderos

no solo de la estación de la estación Chajul si no también mencionados por los guías de las empresas turísticas como Selvaje y Campamento Tamandúa. El 34.8% mencionó flores, paterna, llorasangre, pacayas, guapaque, árboles frutales y tres puntas. El 21.7% mencionó plantas de uso doméstico o comercial como el coco, el plátano, la guayaba y el mango.

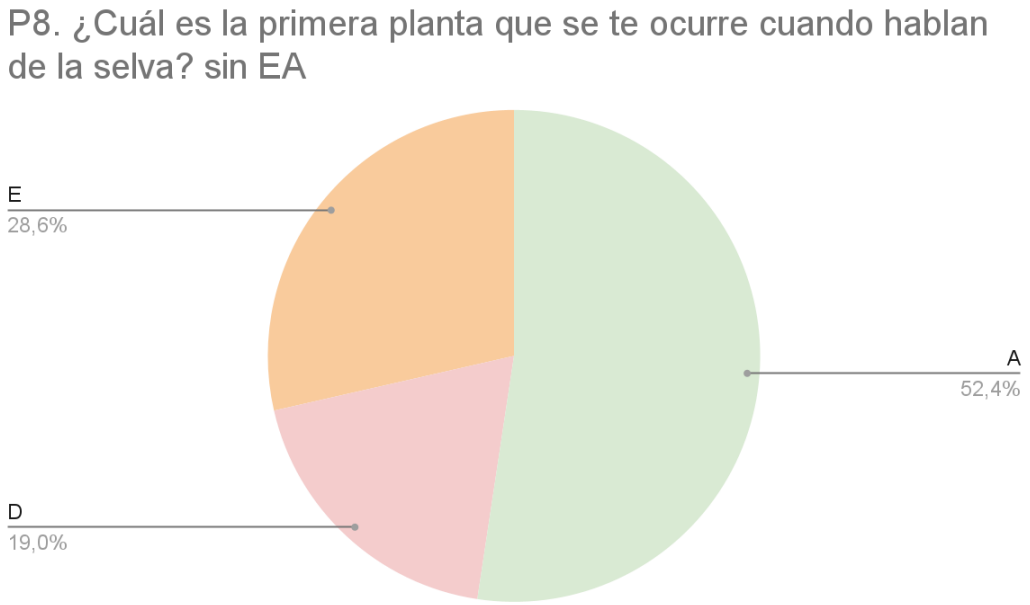


Fig. 92 Gráfico de pastel Pregunta 8 grupo sin Educación Ambiental.

El 52.4% de la población entrevistada mencionó las flores para mariposas, el hule, la paterna, el guineo, el chilio, la navajuela, zacate y cedro. El 28.6% mencionó plantas de uso doméstico o comercial como girasoles, flores, palmeras, cocos, rosas y árboles en general. Finalmente, el 19% de los estudiantes no mencionaron una planta o tipo de planta.

Conclusiones

El trabajo y la presencia constante de Natura y Ecosistemas Mexicanos ha ayudado a fortalecer generaciones de niños que muestran un claro interés en la conservación de la Selva Lacandona y sus recursos naturales. Esto se puede apreciar en las respuestas significativas obtenidas en la evaluación como la no extracción de flora y fauna, la responsabilidad de mantener los manchones existentes y las sensaciones positivas de visitar la selva. Una buena parte del éxito obtenido en la evaluación está directamente relacionada a las actividades realizadas por el ejido. Es decir, el programa de educación ambiental es complementado y robustecido por la ideología implementada por los agentes locales mayores que participan en programas como el de Pago por Servicios Ambientales, donde mensualmente hacen recorridos a los remanentes de selva del ejido, recorridos donde los niños tienen oportunidad de estar en contacto con espacios naturales prístinos.

Uno de los resultados más destacables de la comparación entre ejidos con EA y sin EA es la percepción respecto a los servicios ecosistémicos de herencia cultural, espiritual y

valor recreativo; para los ejidos sin EA la selva es hostil y los humanos deben protegerse de ella mientras que en ejidos con EA la selva es un espacio de aire limpio, libertad, belleza, los humanos debemos protegerla de otros humanos, en ejidos sin EA la conexión con la selva en temas espirituales es inexistente mientras que en ejidos con EA los niños pueden imaginar que la selva les habla, los protege, les pide ayuda y les da paz. Lo que saben los niños sin EA es a partir del conocimiento tradicional de sus abuelos, padres o tíos. Hay que consultarlos y evitar que se pierda.

Otro factor que favorece es la presencia de empresas ecoturísticas que incentivan la formación del proceso de enseñanza-aprendizaje de los senderos y sitios de importancia dentro de sus ejidos.

Acción 4.2 <u>Fortalecer las capacidades y habilidades de los ejidatarios socios de las empresas sociales sustentables de Marqués de Comillas</u>

I. Organizar e impartir cursos de capacitación en temas que complementen las habilidades de los socios y empleados en general: autogestión de proyectos, inglés, manejo de plataformas digitales, páginas web y redes sociales.
II. Organizar e impartir cursos específicos para cada empresa según sus necesidades
III. Promover intercambios de experiencias entre los proyectos productivos sustentables de Marqués de Comillas para mejorar su conocimiento sobre las demás empresas, fortalecer lazos entre ellas y mejorar su comunicación:
IV. Capacitar y apoyar a los socios y empleados de las empresas sociales ecoturísticas para que participen en ferias especializadas de venta de servicios turísticos para promover sus empresas.

Indicador de progreso comprometido: 100%; indicador de progreso alcanzado: 100%

La capacitación es uno de los temas fundamentales en el desarrollo de una empresa y su carencia es causa de fracaso en muchas empresas de ecoturismo. Por ello, el fortalecimiento de capacidades debe acompañar la vida de las empresas. El conocimiento de los miembros debe avanzar y con el tiempo volverse más especializado con el fin de resolver problemas en las empresas y mantenerlas actualizadas.

El cambio de los socios hacia una visión empresarial involucra un largo proceso de capacitación. El fortalecimiento de las capacidades, colectivas e individuales, logra cohesionar a los grupos y superar los rezagos que impiden un buen desempeño. Además, impacta de manera positiva en el capital social de la comunidad.

Las nuevas capacidades que adquieren los socios y empleados de las empresas mejoran la operación y calidad en el servicio. Para lograr esto en las empresas sociales de MDC,

Natura y Ecosistemas Mexicanos han llevado un proceso de capacitación desde su fundación que continúa hasta la actualidad y que debe mantenerse para el éxito de las empresas. Las capacitaciones se han enfocado al desarrollo organizacional, entendimiento de las responsabilidades y conocimientos básicos de cada puesto, que posteriormente se fue especializando.

Durante el periodo de este proyecto, se impartieron capacidades en diversos temas generales a todas las empresas y otros específicos por empresa. Debido a la contingencia sanitaria por COVID-19, diversos cursos se impartieron de forma virtual.

I. Organizar e impartir cursos de capacitación en temas que complementen las habilidades de los socios y empleados en general: autogestión de proyectos, inglés, manejo de plataformas digitales, páginas web y redes sociales

Capacitación en contabilidad para empresas sociales

Se realizó una capacitación de contabilidad por medios virtuales (figura 92 y 93) con las empresas sociales hotel Canto de la Selva, Campamento Tamandúa y la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) La Casa del Morpho. El objetivo de esta capacitación fue conocer la situación fiscal de cada una de ellas, las actividades que se deben desempeñar para poder tener declaraciones de impuestos puntuales y para que el personal de las empresas aprenda a recopilar la información contable (ingresos, egresos, facturas y estados de cuenta) de forma electrónica y con ello agilizar el envío de documentación al despacho contable.



Fig. 93 Reunión y capacitación a distancia de personal de Canto de la Selva y Selvaje con despacho contable.



Fig. 94 Reunión y capacitación a distancia de personal de Casa del Morpho y Campamento Tamandua con despacho contable.

Fotografía y redes sociales

Por otro lado, durante la primavera de 2022 tres estudiantes de la carrera de Turismo de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos desarrollaron e impartieron cursos sobre fotografía y sobre manejo de redes sociales a miembros de las empresas (como parte de sus prácticas profesionales).

Durante el curso de fotografía se impartieron los elementos básicos de fotografía y cómo se pueden utilizar para obtener una buena imagen, acorde al objetivo que se tiene. Se explicaron las bases de cada elemento y se mostró el resultado de manipular cada uno, como las variaciones en exposición, diafragma, velocidad de obturador, entre otros. Se mostró el uso de una cámara réflex, pero se enfocó el contenido en obtener buenas fotos con las cámaras de los celulares, debido a que todos poseen uno y para que sepan aprovecharlo.

El curso se impartió en dos ocasiones y se adecuó dependiendo de los intereses y necesidades de los asistentes: en el caso de los guías de naturaleza se enseñó a mejorar sus fotos de la selva y de la fauna, mientras que en el caso de las artesanas de La Casa del Morpho se les mostró lo necesario para tomar fotos atractivas para catálogos o folletos. Igualmente, se realizaron prácticas de lo aprendido con la asesoría de los estudiantes de turismo. Al finalizar el curso, los asistentes se quedaron con la tarea de tomar fotografías de calidad para utilizar en el curso de redes sociales.



Fig. 95 Curso de fotografía impartido en La Casa del Morpho.



Fig. 96 Artesanas de Casa del Morpho realizando pruebas y prácticas con caja de luz y al aire libre.

Posteriormente se impartió el curso de manejo básico de redes sociales para todas las empresas. Se habló de las diferencias entre cada red social y de lo que requiere cada una. Además, se recalcó la importancia de manejar el perfil profesional de las empresas y las reglas que deben seguirse, como mantenerlo constantemente activo, manejar siempre lenguaje profesional con correcta redacción y ortografía, entre otros. Se mostró el proceso de armar una publicación en cada red social y se dieron recomendaciones para el enfoque de las ideas y la redacción de los textos. Se habló de qué tipo de imágenes o videos son mejores para cada red social y se mostró la posibilidad de calendarizar las publicaciones. Después, se hizo una práctica en la que cada asistente redactó una publicación para su empresa, utilizando una imagen que tomaron aplicando lo aprendido en el curso de fotografía. Al finalizar, cada asistente compartió su publicación y se le dio retroalimentación.

Finalmente, se mostró a los asistentes cómo mejorar el diseño de sus publicaciones a través de la plataforma Canva. Se mostró lo fundamental del uso de esta plataforma, como las plantillas pre-elaboradas y las distintas formas en que puede exportarse el material para utilizarlo en las redes sociales. También, se compartió el uso de la plataforma para diseñar carteles, volantes, presentaciones o cualquier material que requieran para la publicidad de la empresa.



Fig. 97 Curso de redes sociales y práctica de elaboración de publicaciones.

Taller: Conservación, ecología y monitoreo de jaguar para guías

Con el fin de diversificar las actividades ofrecidas en las empresas ecoturísticas, se planeó que éstas ofrezcan a sus visitantes la colocación de cámaras trampa. Para ello, en el mes de julio de 2021 se realizó una capacitación para los guías de naturaleza de las empresas sobre conservación, ecología y monitoreo de jaguar, enfocándose en la biología de la especie y el uso de cámaras trampa para detectarlos y estudiarlos. Para la planeación del taller se platicó con los presidentes de cada empresa ecoturística y ellos seleccionaron a las personas más adecuadas para recibir la capacitación. Cabe mencionar que muchas de las personas seleccionadas ya forman parte de la red de monitoreo comunitario de mamíferos terrestres de Natura y Ecosistemas Mexicanos, con quienes se ha trabajado desde hace más de 5 años, pero también se incorporaron nuevas personas a esta capacitación.

La capacitación se realizó en las instalaciones del restaurante Bellavista el día 1 de julio del 2021 y asistieron 8 personas. Dicha capacitación consistió en 4 módulos con el fin de abarcar diferentes temáticas relacionadas al estudio y conservación del jaguar. En el primer módulo se habló sobre la historia natural del jaguar e importancia ecológica; el segundo módulo consistió en las diferentes estrategias para la conservación del jaguar y cómo se puede contribuir a conservarlo; el tercer módulo estuvo enfocado a la legislación ambiental relacionada a la protección del jaguar y otras especies en peligro de extinción y, finalmente, el cuarto módulo consistió en las diferentes herramientas de monitoreo para el estudio de los jaguares y otras especies de mamíferos terrestres (Figura 98). El temario de este curso de capacitación, así como la lista de asistencia se puede consultar en el Anexo 4.2.1_2022-6. Por último, se realizó una práctica para la programación del equipo de fototrampeo de manera adecuada utilizando un manual diseñado para el curso.



Fig. 98 Capacitación sobre conservación y monitoreo de jaguar dirigido a guías de turismo de naturaleza en el Restaurante Bellavista, ejido Adolfo López Mateos, Marqués de Comillas, Chiapas.

Como seguimiento a esta capacitación, el día 10 de noviembre se realizó una reunión con los guías de turismo de naturaleza en las instalaciones de Campamento Tamandúa. A la reunión asistieron las personas que previamente habían sido capacitadas sobre el monitoreo del jaguar con el fin de recordar el conocimiento que se dio en la primera capacitación (Figura 99). Asimismo, la reunión tuvo como objetivo afinar las actividades que se iban a realizar con el grupo piloto al que se ofrecería la actividad de colocación de cámaras trampa por primera vez. En la reunión los participantes compartieron sus

experiencias en la instalación de cámaras-trampa y su búsqueda de sitios para colocarlas y compartieron las especies que registraron hasta ese momento. Por último, se decidió en qué senderos se colocarían las cámaras para realizar las actividades.



Fig. 99 Reunión de seguimiento con los guías de turismo de naturaleza en el campamento Tamandúa, ejido Flor del Marqués, municipio Marqués de Comillas.

Posteriormente, con el fin de que los guías practicaran y afinaran las nuevas actividades a ofrecer relacionadas con el jaguar, se realizó la práctica con un grupo piloto en tres de las empresas sociales: Selvaje, Canto de la Selva y Campamento Tamandua. Las actividades se realizaron los días 27 y 28 de noviembre y el 4 de diciembre, con la asistencia de todos los monitores y de ocho visitantes. El primer día se realizó un recorrido en los puentes colgantes y canopy y después se realizó una plática de la importancia del jaguar en la que los guías compartieron sus experiencias con los jaguares y contestaron las preguntas que les realizaron los visitantes con respecto al jaguar. Los guías mostraron el funcionamiento de las cámaras-trampa y su importancia para conocer los animales que habitan en la selva que conserva el centro ecoturístico y que sería muy difícil conocer de otra manera. Por último, se proyectaron videos obtenidos con las cámaras-trampa, mostrando registros de jaguar y sus presas obtenidos en uno de los senderos donde se realiza ciclismo de montaña (figura 100).

Después, el grupo se movió a las instalaciones del hotel Canto de la Selva donde se realizó una caminata a los senderos para colocar dos cámaras-trampa con el grupo de turistas. Ahí se explicó cómo se colocan las cámaras-trampa y se invitó a los visitantes a ayudar a colocarla. Las cámaras permanecieron activas durante toda la noche y al día posterior se volvió a hacer una caminata en los senderos para revisar los videos que se obtuvieron. En instalaciones se presentaron los videos de la noche anterior y otros videos que han obtenido anteriormente en el monitoreo. Se habló sobre cómo se conecta la selva del ejido con las del resto de los proyectos.

Finalmente, una semana después se realizó la actividad en Campamento Tamandua. Se realizó una caminata con el grupo por el sendero hacia las cuevas y las Dos Torres, donde se mantienen cámaras trampa instaladas para monitoreo constante. De igual manera se mostró a los turistas cómo se colocan las cámaras trampa y cómo funcionan en el sitio. Se habló de la historia que tienen como comunidad y empresa realizando monitoreo

comunitario y sus experiencias en ese tiempo. Al arribar al campamento después de la actividad de senderismo, se presentaron los videos que se han encontrado durante el monitoreo y los descubrimientos más relevantes que se han realizado en la selva de su ejido.



Fig. 100 Práctica piloto con visitantes en las empresas sociales.

II. Organizar e impartir cursos específicos para cada empresa según sus necesidades cursos especializados para más de una empresa social ecoturística

Refrendo certificación de guías de naturaleza

La acreditación de guías de turismo con especialidad en interpretación ambiental, nombrados comúnmente como guías de naturaleza, esta normada por la NOM09-TUR-2002. Esta acreditación tiene que ser refrendada cada cuatro años, cumpliendo con 160 horas de cursos de actualización y 40 horas de cursos de primeros auxilios.

En las empresas sociales ecoturísticas del municipio Marqués de Comillas se ha impulsado desde 2017 la acreditación de estos guías para que las experiencias que se ofrecen a los visitantes sean seguras y únicas.

Los guías del Campamento Tamandua y de Canto de la Selva fueron los primeros en obtener dicha acreditación, por lo que, en agosto 2021 y noviembre 2021, respectivamente, deberían de haber obtenido el refrendo de su acreditación. Los

siguientes en obtener la acreditación en 2019 fueron los guías del Centro Ecoturístico Selvaje, por lo que tendrían que completar su proceso de refrendo en 2023. No obstante, el proceso se vio afectado por la situación de pandemia, que paralizó actividades en la Secretaría de Turismo (Sectur) responsable de expedir y refrendar la acreditación de guías de naturaleza. Esto, aunado a las restricciones sanitarias que impedían reuniones o eventos de varias personas, fueron retrasando el refrendo de estos guías. Todo este proceso ha sido acompañado por personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos.

Durante el mes de enero de 2020 los guías acreditados de las empresas Canto de la Selva (ejido Galacia), Campamento Tamandua (ejido Flor de Marqués) y Centro Ecoturístico Selvaje (ejido El Pirú) recibieron el primer módulo del curso de refrendo de la certificación de guías de naturaleza.

La capacitación se llevó a cabo en las instalaciones del Campamento Tamandua y se visitaron las instalaciones de Canto de la Selva y Selvaje. Durante este proceso se llevaron a cabo actividades guiadas, mismas que fueron evaluadas.



Fig. 101 Guías de naturaleza durante el primer curso de refrendo en Campamento Tamandua.

El módulo impartido fue “Diseño de productos turísticos con identidad y desarrollo de productos para el Turismo de Naturaleza”. El objetivo de este módulo es fortalecer y diferenciar la oferta de actividad de turismo de naturaleza en los centros ecoturísticos, a fin de llegar a nichos de mercado más competitivos y especializados.

Con la participación de los guías y otros trabajadores de las empresas, se valoraron de manera integral los aspectos operativos de cada empresa, como la prestación general de servicios, mantenimiento, estética, instalaciones, equipo especializado, equipamiento, estrategias de mercado y oferta de productos. Esta valoración ayudó a identificar la experiencia de primer impacto en el cliente y a encontrar puntos de mejora.

Otras herramientas adquiridas y que se desarrollaron con los guías para mejorar sus servicios y a las empresas en general fueron los siguientes:

- Cómo se conforma un producto turístico.
- Ventajas comparativas y competitivas en la diferenciación de productos turísticos.
- Profesionalización especializada en los servicios y actividades turísticas con enfoque a la naturaleza.
- Análisis FODA (fortalezas-oportunidades-debilidades-amenazas) en sitios y áreas involucradas en el destino ecoturístico.
- Ventajas comparativas en los mercados turísticos de los servicios especializados y profesionalizados.
- Identificación de actividades potenciales diferenciadas.
- Necesidades de capacitación y certificaciones de soporte.



Fig. 102 Valoración del servicio de guiada en la selva del Campamento Tamandua.

Posteriormente, una vez que el riesgo de contagio de COVID-19 disminuyó, se retomaron las actividades de refrendo de guías en el mes de marzo de 2021 con dos módulos impartidos a los guías de Canto de la Selva, Campamento Tamandúa y Selvaje, Además, se invitaron a guías que aún no tienen la formación inicial de guías, pero tienen el interés de conocer y aprender de estos temas, para eventualmente trabajar como guías. Esta serie de módulos se llevaron a cabo en las instalaciones del Campamento Tamandúa, pero implicó prácticas en las instalaciones, los senderos de los centros ecoturísticos y en los centros poblacionales de los ejidos de El Pirú, Galacia y Flor de Marqués.

El primero de los dos módulos fue “Técnicas básicas de observación de aves”, impartido del 1 al 5 de marzo de 2021 por Alexander Dzip, ornitólogo y guía de aviturismo, capacitación que además de tener validez para optar por el refrendo en la acreditación de guías de naturaleza, también es la primera parte (de tres) del diplomado de Observación de Aves, por lo que se podría seguir desarrollando el tema.

La dinámica de la capacitación fue teórico-práctica, en la que todos los días de 6 a 8 am iniciaba la práctica de observación de aves, para retomar el curso teórico a las 10 am. Por

las tardes y algunas noches se hacía un segundo recorrido de observación de aves nocturnas.

La primera parte del módulo consistió en que los participantes fueran conscientes del nivel de conocimiento que tienen de las aves de la región por haber vivido en estas poblaciones. Se hizo un listado por ejido (Galacia, Flor de Marqués y El Pirú), con el que se pudo notar algunas diferencias dependiendo de la orografía y tipo de vegetación, esto a pesar de ser todos ejidos vecinos (Figura 103).

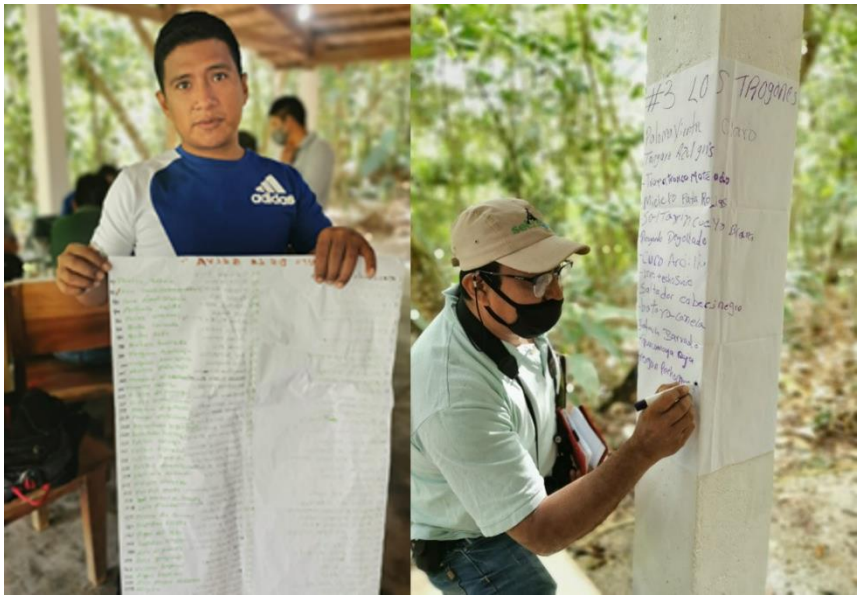


Fig. 103 Listado de aves identificadas en el ejido Galacia y juego de identificación de aves, como parte de la capacitación "Técnicas básicas de observación de aves".

En el caso de Canto de la Selva, por haber tenido más acercamiento a los observadores de aves especializados, por el tipo de turismo que manejan, los guías han podido aprender de ellos y actualmente tienen un mayor conocimiento de la avifauna de la selva. Ese grupo pudo identificar alrededor de 140 especies, en tanto que los guías de Flor de Marqués y El Pirú identificaron alrededor de 60 especies cada una.

En la siguiente etapa se explicó la biología de las aves y las características principales para identificarlas y se presentaron las guías de identificación, características principales de cada una que se deben tomar en cuenta y su uso. También se presentó el equipo para la observación de aves, poniendo énfasis en el uso de binoculares y se pusieron en práctica las técnicas que usan los guías de observación de aves para facilitar a los turistas el disfrute de la actividad (Figura 104).

Cada uno de los temas estudiados fue acompañado por alguna dinámica de práctica o por juegos para facilitar el aprendizaje.



Fig. 104 Prácticas de observación de aves y uso de binoculares en campo.

El siguiente módulo impartido del 6 al 11 de marzo de 2021, tuvo por nombre “Turismo en el contexto de Covid-19”, en el que se planteó el contexto mundial ante la enfermedad Covid-19, la situación del turismo por la pandemia, ecoturismo y Covid-19 y, por último, protocolo de sanidad.

Para esta capacitación se presentaron los protocolos mínimos de seguridad que se están tomando por recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y se reforzaron las actividades para la certificación Punto Limpio, las cuales son tomadas en cuenta por la Secretaría de Turismo como certificado de sanidad. Para ello se mostró el uso de equipo diagnóstico como termómetro y oxímetro, además del uso de productos sanitarios (Figura 105).

También se hizo énfasis en las nuevas demandas de los turistas a raíz de la pandemia, de visitar espacios naturales y poco concurridos, y cómo se puede brindar esa seguridad y satisfacción al cliente.



Fig. 105 Prácticas de uso de oxímetro, termómetro y medidas sanitarias preventivas ante la Covid-19 en el Campamento Tamandua.

La madurez y profesionalización que han alcanzado los guías con este tipo de capacitaciones y acreditaciones ha dado un impulso importante a los centros turísticos que son percibidos como seguros y conformados por personal responsable y atento.

Dado que la pandemia es el principal obstáculo para completar en tiempo dichos cursos, la Sectur permitió que las horas de módulos de refrendo fueran tomados en línea. Por ello, se han continuado los cursos de actualización en esta modalidad no presencial.

El primer curso en línea que se atendió se llevó a cabo del 6 al 12 de septiembre de 2021, el tema fue: “Plan de Emergencia, Análisis de Riesgos y Actualización de Botiquín COVID-19”, impartido por el instructor Luis Gerardo Gutiérrez Garza y tuvo una validez para refrendo de acreditación de la credencial de guías de naturaleza de 20 horas. Este curso fue tomado por personal del Campamento Tamandua y las horas se acreditaron al guía Alexander Uriel Morales Martínez (Anexo 4.2.2_2022-6). Únicamente se inscribió una persona dado que el curso fue muy demandado y Sectur limitó el número de personas que podían asistir a cada curso de refrendo, a pesar de ser en línea.

El siguiente evento en línea realizado fue el II Encuentro Nacional de Guías, llevado a cabo del primero al seis de octubre y tuvo una validez para refrendo de 40 horas.

El encuentro constó de la participación de ponentes nacionales e internacionales, del sector privado, sociedad civil y de gobierno, completando 28 eventos entre ponencias, mesas redondas y de presentación de acuerdos del gremio (Anexo 4.2.3_2022-6).

Al evento se registraron 20 guías de naturaleza acreditados y en proceso de refrendo (Anexo 4.2.4_2022-6): cinco del Campamento Tamandúa, tres de Canto de la Selva y 12 de Selvaje. Además, se contó con la presencia de un guía más de Selvaje y de las guías de La Casa del Morpho en modalidad de oyentes, pues no están acreditados como guías.

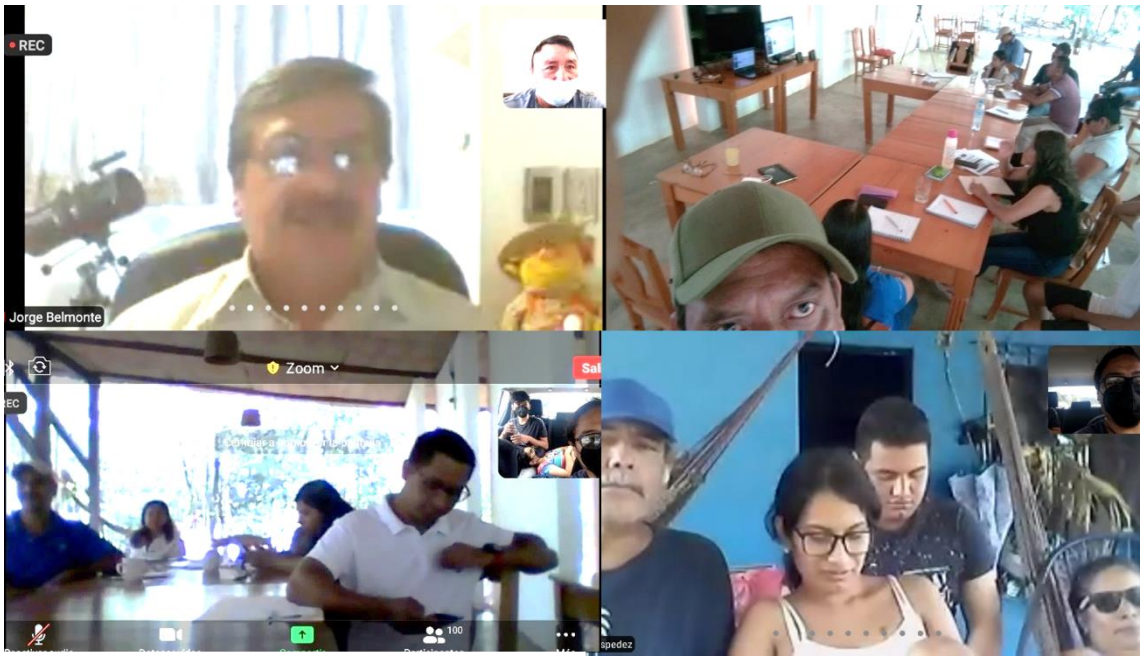


Fig. 106 Ponente y guías de Selvaje atendiendo clase en línea.

Con este evento se completaron las 40 horas faltantes de la mayoría de los guías de las tres empresas sociales antes mencionadas. El proceso de refrendo se completó con el

curso de Primeros Auxilios que se impartió en las instalaciones del Campamento Tamandua del 5 al 9 de abril de 2022, por Luis Gerardo Gutiérrez y Christian Torres, ambos con amplia experiencia en la didáctica de los primeros auxilios y, en el caso de Luis, participando en distintos cuerpos de paramédicos.

En el curso se tuvo la participación de los guías del Campamento Tamandua, Canto de la Selva y Selvaje, además de algunos guías que no están actualmente acreditados pero que buscan tener dicha acreditación.

Al ser el segundo curso de Primeros Auxilios que los guías han tomado, se buscó profundizar un poco más en los conocimientos de anatomía humana y los principales padecimientos, a diferencia del primero, que tuvo cierta especialización sobre movilización de personas en sitios remotos.

Además, se actualizaron los conocimientos de acuerdo con nuevos estándares establecidos posterior a la pandemia de Covid-19, incluyendo equipo especializado como el uso de la Unidad de Ventilación Manual (Ambu) y descartando algunas prácticas referentes a la respiración/ventilación para evitar contagios por Covid-19.



Fig. 107 Asistentes y capacitadores del curso de Primeros Auxilios.



Fig. 108 Asistentes y capacitadores del curso de Primeros Auxilios.

Para las prácticas del curso de primeros auxilios se adquirió material básico de curación que fue usado por todos los participantes y el remanente fue repartido entre los botiquines

de las empresas, aunque estos requerirán de un refuerzo en el próximo periodo y la reposición del equipo deteriorado. Un día entero del curso fue usado para diversos simulacros de emergencia médica y examen, en la que los guías repartidos en tres grupos pudieron poner en práctica los conocimientos adquiridos.

La evaluación de los guías se basó en un examen teórico, el examen práctico con los simulacros, asistencia y participación. De este curso, todos los guías pudieron acreditar los conocimientos sobre primeros auxilios, aunque se buscaría en el futuro tener mayores conocimientos sobre el Manejo de Crisis, que cubre aspectos psicológicos y de liderazgo.



Fig. 109 Curso de Primeros auxilios para guías.

La finalización del curso de primeros auxilios significó la finalización del proceso teórico-práctico de refrendo de la acreditación de guías de naturaleza de Canto de la Selva, Selvaje y Campamento Tamandúa. Para iniciar el trámite se están actualizando los datos personales requeridos por la Sectur para inscribir a cada guía en el Registro Nacional de Turismo, proceso que cambió durante el año 2021 donde ahora cada guía es responsable de completar su trámite y ningún ente puede representarlos. Para sumar a la complejidad, gran parte del trámite requiere de internet con ancho de banda suficiente para subir a una plataforma contenido multimedia. Estos cambios en la normativa de certificación hicieron más complicado comenzar el proceso de trámites para completar el refrendo de los guías del Campamento Tamandúa, Canto de la Selva y Selvaje.

El primer trámite es inscribirse en el Registro Nacional de Turismo (RNT), lo que se realiza vía internet en la plataforma del RNT de Sectur. Esto requirió el llenado de formatos físicos, digitalización, tomar fotos del guía, fotos de la credencial anterior y completar varios datos. Por ello se elaboró un manual que orientó en el llenado del formato y de cada paso del trámite en la plataforma. Para este trabajo se aprovecharon las horas de prácticas profesionales de tres estudiantes de la carrera de Turismo de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, quienes ayudaron al llenado del formato de cada guía, registro en la plataforma y carga de documentos.

Una vez que se completaron los pasos de registro, cada guía recibió un correo electrónico de Sectur confirmando de recibido e indicando que se revisarán los documentos para aprobar el registro. El primer registro de guía en la plataforma se realizó el 18 de junio de

2022 y aún no se tiene noticia de alguna inscripción al RNT completada al primero de noviembre de 2022. Según personal de Sectur encargado de esta revisión y aprobación, su oficina tiene un retraso de por lo menos seis meses, por lo que este primer paso para realizar el refrendo podría demorar más de lo esperado.

A pesar de que las credenciales de los guías del Campamento Tamandua y Canto de la Selva ya vencieron, el mismo personal de Sectur aseguró que darán prórroga para el refrendo de credenciales, debido a la pandemia y por el retraso que ellos tienen.

Certificación de Sello de Calidad Punto Limpio y Moderniza Ecoturístico para las empresas Centro Ecoturístico Selvaje y Campamento Tamandua

Como se menciona en el Objetivo 3, acción 3.2, las empresas Tamandúa, Selvaje y Canto de la Selva finalizaron el proceso de evaluación para obtener los sellos Moderniza Ecoturístico y Punto Limpio.

Para ello las empresas pasaron por un proceso de evaluación y ajuste de procesos operativos y de mejora de sus instalaciones para garantizar una buena experiencia a sus visitantes y cumplir con los estándares de sustentabilidad en el ecoturismo que exige la Secretaría de Turismo.

El proceso consistió en incorporar las herramientas establecidas por las certificaciones en temas de administración, mejora del desempeño del personal, mejora y control del negocio, además de incorporar buenas prácticas de higiene y mejorar las técnicas durante la operación, actividades y manejo de alimentos.

En el mes de abril, la asesora del programa Punto Limpio y Moderniza realizó una capacitación virtual con las empresas sociales hotel Canto de la Selva, campamento Tamandúa y el centro ecoturístico Selvaje, para actualizarlos sobre las medidas implementadas por el gobierno federal para la prevención del COVID-19 (fig. 110). Para esta capacitación la asesora organizó una reunión a través de la plataforma Zoom y les explicó el protocolo de actuación que deberán adoptar las empresas para la reapertura de actividades. Posteriormente, el personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos realizó la compra de los insumos necesarios para la prevención de COVID-19 que necesitarán las empresas para el reinicio de la operación aplicando las medidas aprendidas durante la capacitación.

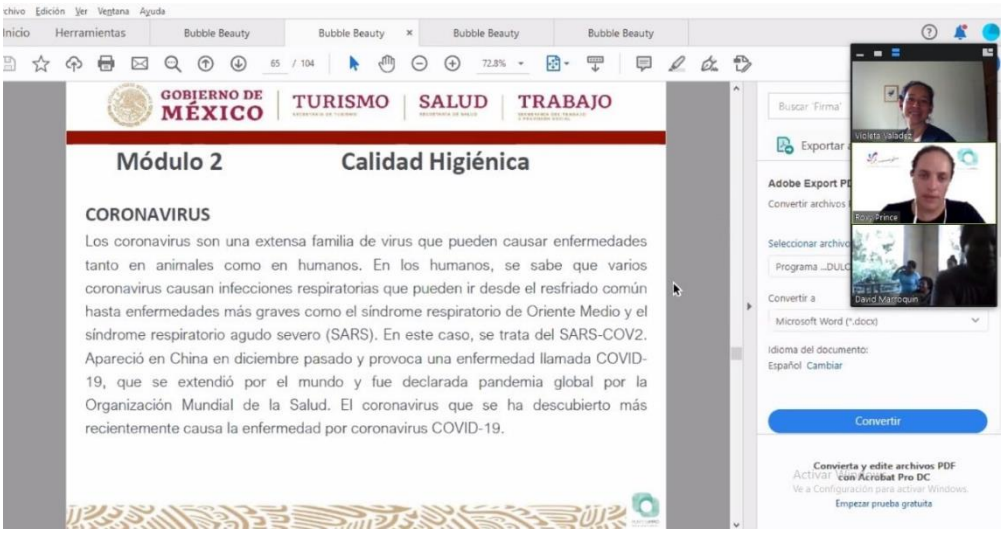


Fig. 110 Capacitación con la asesora del programa Punto Limpio sobre la actualización de las medidas de prevención del COVID-19.

Para la evaluación se realizaron seis visitas para revisar los avances en la implementación y las mejoras realizadas en las instalaciones, equipo y operación, además de una alineación (repaso) de procesos en calidad y servicio realizado durante 2022.

En este mismo sentido, Restaurante Bellavista recibió la plática introductoria a la Certificación Moderniza Ecoturístico y Punto limpio a finales de 2022, con la finalidad de prepararse para recibir los talleres y para elegir al personal que se involucrará en el proceso y para definir fechas tentativas para 2023.

Alineación Canto de la Selva

Del 2 al 5 de diciembre de 2022 se impartió al personal operativo un curso-taller intensivo para la actualización de los protocolos de operación general, mantenimiento sanitarias y de servicio del hotel según lo requerido para obtener los distintivos Moderniza Ecoturístico y Punto Limpio.

Este taller teórico-práctico fue dirigido al personal de recién ingreso al hotel Canto de la Selva, tuvo el objetivo de prepararlos en las mejores prácticas de atención y servicio, protocolos sanitarios y de mantenimiento para recibir a los clientes durante la temporada alta.

Durante el último día del taller se realizaron evaluaciones por área de trabajo, cocina, sanitarios, muelle, lobby, terrazas, bar y poniendo especial énfasis en la sanidad y presentación de las habitaciones

Además, este curso servirá para renovar los distintivos Moderniza Ecoturístico y Punto limpio para los cuáles se capacitaron para acreditar su obtención desde 2017 y se logró la certificación en 2019.

Capacitaciones sobre sanidad-inocuidad

Las empresas Canto de la Selva y La Casa del Morpho realizaron el curso en línea para la obtención del sello Contacto Limpio emitido por el gobierno del estado de Chiapas para asegurar la seguridad sanitaria durante la recepción de visitantes.

Por otra parte, las empresas Canto de la Selva, Campamento Tamandúa, Selvaje y La Casa del Morpho, participaron en el curso virtual "Implementación para la mitigación de riesgos sanitarios y comunicación efectiva", para conocer las medidas de implementación para la mitigación de riesgos sanitarios en sus empresas. El curso fue promovido por la Fundación del Empresariado en México (Fundemex) en conjunto con personal de Adventure Travel México (ATMEX) donde participaron diversos centros ecoturísticos del país.

Curso de cocina

En el mes de enero de 2021 se realizó el primer módulo del curso de cocina "Manejo higiénico de los alimentos en Ecoturismo", a este curso asistieron 23 mujeres de las empresas sociales: hotel Canto de la Selva, campamento Tamandúa, centro ecoturístico Selvaje y Restaurante Bellavista.

El propósito de este curso fue que el personal de cocina de las empresas adquiera el conocimiento y metodología para implementar prácticas de calidad higiénicas para asegurar la integridad de las personas que consuman sus productos, además de que pueden ser utilizadas también en sus hogares.

Antes del acceso a las instalaciones, se sensibilizó a las asistentes sobre el protocolo de seguridad que tendrán que utilizar con los visitantes y personal de las empresas. Este protocolo consistió en la medición de temperatura con termómetro digital, desinfección de cada una de las participantes con sustancia grado quirúrgico (SWIPOL) en todo el cuerpo y gel antibacterial en las manos (Figura 111). También se les pidió utilizar cubrebocas en todo momento, gel antibacterial con frecuencia, mantener la sana distancia en la medida de lo posible, estornudo de etiqueta, evitar el contacto físico mediante el saludo, no tocarse la cara y cubrirse la boca con el antebrazo en caso de toser. Además, se les pidió informar en cualquier momento en caso de presentar alguno de los síntomas de Covid-19.



Fig. 111 Protocolo de sanitización para el inicio del curso.

El curso fue teórico-práctico durante el cual se realizaron prácticas de lavado, desinfección personal y de los alimentos. Además, se implementaron medidas de recepción, almacenamiento y preparación higiénica de materias primas, alimentos y bebidas; a fin de incrementar y asegurar la calidad higiénica de los alimentos.

Originalmente para el curso de cocina se habían contemplado 18 personas, pero hubo un gran interés por parte de las mujeres de las distintas empresas y se aceptó que se quedaran las 23 asistentes, por ello se tuvieron que hacer adecuaciones, ya que el salón era muy pequeño para mantener la sana distancia, y se utilizó el área de museo del restaurante Bellavista como salón para la parte teórica (Figura 112).



Fig. 112 Asistentes al curso “Manejo higiénico de los alimentos en Ecoturismo” realizado en el restaurante Bellavista.

El segundo módulo del curso de cocina “Diseño de experiencias gastronómicas tradicionales” se realizó en el mes de febrero de 2021 y se decidió cambiar de sede al campamento Tamandua para tener más espacio (Figura 113).

El propósito de este curso fue que las cocineras desarrollaran conocimientos y habilidades que les permitan crear nuevos alimentos y bebidas con técnicas, ingredientes y utensilios para el rescate de la gastronomía tradicional y creación de nueva cultura gastronómica.

Durante el curso se habló sobre la importancia de la gastronomía mexicana a nivel internacional y su reconocimiento como patrimonio de la humanidad emitido por la UNESCO y la importancia de los pueblos indígenas en el conocimiento culinario.



Fig. 113 Asistentes al segundo módulo del curso de cocina en el campamento Tamandua.

Además, se expusieron las características de la cocina chiapaneca, los ingredientes locales, nativos y endémicos. Para este tema, se les pidió a las participantes que elaboraran una lista con ingredientes (frutas, verduras, cereales, carnes, plantas, flores, etc.) con los que cuentan en sus comunidades. Posteriormente, se mencionaron elementos que dan identidad a la gastronomía (la sazón, los productos alimenticios locales y endémicos), se comentó la importancia para el visitante y para la conservación y rescate de la gastronomía considerar estos elementos. También, se explicaron las técnicas de conservación de los alimentos y el uso de utensilios tradicionales, comentando con las participantes cuales aplican o aplicaban en sus comunidades.

En la parte práctica se realizó un ejercicio donde se dividieron en equipos conformados por mujeres de distintas empresas y, se les pidió que planearan los ingredientes para elaborar un platillo (Figura 114). Durante el proceso se habló sobre la importancia de documentar las recetas, incluyendo los procedimientos y elementos que deben contener con la finalidad de que se puedan compartir y que incluso, cuando una compañera no pueda asistir o se retire de la empresa, las demás compañeras puedan realizar esas recetas y sean preparadas lo más parecidas posibles, además de colocarlas en un contexto histórico-cultural. Como práctica para el siguiente módulo se les pidió que indagaran con las señoras mayores sobre los alimentos y bebidas que tradicionalmente preparan para diseñar y presentar un platillo por empresa.



Fig. 114 Asistentes al curso durante la práctica de elaboración de platillos con identidad elaborados con productos locales.

El tercer módulo “Repostería básica con identidad” se realizó en el Centro Ecoturístico Selvaje con duración de 3 días. Para este curso se les enseñaron las principales técnicas de repostería, la elaboración distintos tipos de postres tradicionales y preparaciones con frutos locales. Durante el curso las cocineras se dividieron en grupos y se les explicaron las bases para preparar distintos postres y se les encargó que diseñaran sus propios postres, mismos que al finalizar el curso presentaron por grupo, explicando qué ingredientes se habían utilizado (Figura 115). Se invitó a empleados y socios de otros proyectos a la degustación.



Fig. 115 Imágenes de postres preparados durante el curso realizado en el Centro Ecoturístico Selvaje.

Cursos especializados por empresa social ecoturística

Selvaje

Bicicleta de montaña

Se llevó a cabo el taller de manejo de bicicleta de montaña y diseño del sendero para el Centro Ecoturístico Selvaje, del ejido El Pirú, en el mes de diciembre de 2019. El taller fue impartido por el ciclista de montaña profesional y ambientólogo Nicolás Álvarez quién cuenta con experiencia en el diseño de senderos de bicicleta de montaña de bajo impacto ambiental y elementos de seguridad y aventura que buscan los ciclistas.



Fig. 116 Inicio de taller de Construcción de sendero de bicicleta de montaña.

Para el curso se evaluó, junto con los guías que brindarán este servicio, las condiciones de terreno ubicando los elementos que componen un sendero y la forma en la que se diseña y construye, teniendo como principio la sustentabilidad y el mercado objetivo (el sendero será dirigido a todos los niveles, desde principiantes hasta expertos). Por último, se expusieron los siete principios básicos y reglamento de áreas que poseen los senderos de bicicleta de montaña, los cuales se fueron desarrollando a lo largo de la semana y se pusieron en práctica durante la construcción del primer tramo de sendero.

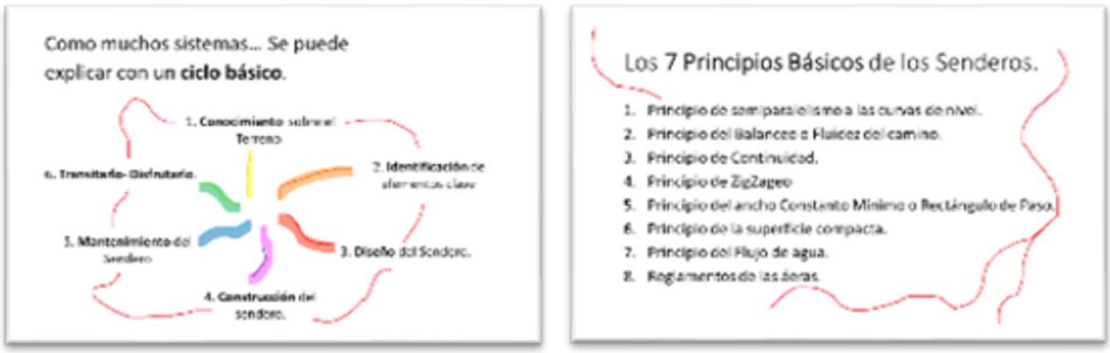


Fig. 117 Láminas expuestas durante el taller de bicicleta de montaña.

Los guías y personal de Selvaje se encargaron de acondicionar el terreno. Durante el curso se completaron 250 metros de sendero muestra en los que los participantes pudieron poner en práctica los principios básicos de los senderos para bicicleta de montaña, quedando como tarea darles continuidad a segmentos puntuales del primer tramo con elementos de la selva, como madera o piedras. Las bicicletas de montaña y equipo de seguridad fueron adquiridas previo al curso.

En el mes de enero de 2020 se llevó a cabo el segundo taller de guía de bicicleta de montaña. Posteriormente se tenía planeado que este taller se complementara con al menos cuatro visitas, que se realizarían durante el primer semestre del 2020, para concluir el sendero e iniciar las actividades de guiada sobre bicicletas, pero debido a la contingencia sanitaria estas visitas tuvieron que ser pospuestas.

Este taller se dividió en dos grandes temas: sendero de bicicleta de montaña y experiencia en bicicleta de montaña.

La primera parte del taller fue de exploración del terreno que fue marcado en el curso anterior. Este sendero fue realizado con los guías de Selvaje para llegar a un consenso y realizar modificaciones de la ruta para mejorar la experiencia. Posteriormente se realizó el marcaje de ruta con un GPS, que implicó la exploración en la selva de lo que previamente se había delineado sobre el mapa, para que finalmente se pudiera cerrar el circuito.

La siguiente etapa de capacitación en campo fue la identificación de puntos de interés por su atractivo turístico, zonas de riesgo y otras, para elaborar un plan de señalética. Esta actividad fue realizada por los guías de Selvaje que cuentan con experiencia al ser guías certificados, además de ser apoyados por el capacitador a distancia por la contingencia sanitaria ocurrida.



Fig. 118 Plan de señalética para el sendero de bicicleta de Selvaje.

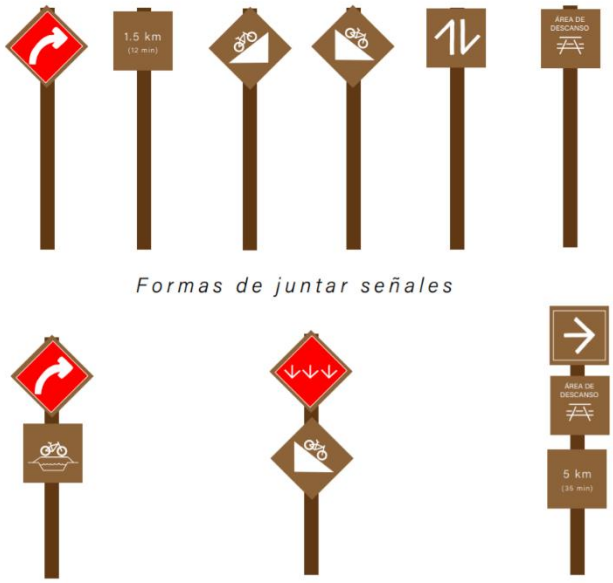


Fig. 119 Propuesta de diseño del Plan de señalética para el sendero de bicicleta de Selvaje.

Por otro lado, la capacitación cubrió elementos de guiada, estado del equipo, costos de operación y precios al público. Los precios al público se establecieron durante esta capacitación tomando en cuenta el desgaste del equipo, mantenimiento del sendero y pago al personal para la operación.

Durante la tercera etapa de capacitación de bicicleta de montaña se revisaron los avances en la elaboración de señalética, trazado y mantenimiento de sendero, infraestructura en el sendero y respuesta a factores climáticos sobre la actividad. Además, se revisó el mapa del sendero y se apoyó en la instalación adecuada de los letreros de acuerdo con su importancia por riesgo y la distancia a dicho riesgo. En total se instalaron 50 letreros en los senderos (fig. 120) y en próximos meses se colocarán algunos letreros de factores de punto, es decir lugares con algún atractivo para el visitante.



Fig. 120 Revisión de sendero en mapa e instalación de señalética en el sendero de bicicleta.

Se detectaron zonas riesgosas del sendero de bicicleta de montaña causadas por la temporada de lluvias, ya que algunas partes fueron dañadas por el arrastre de la corriente de agua generada por las lluvias y por el uso de las mismas bicicletas. La inclinación pronunciada genera este tipo de deslave, y para reducir este efecto se elaboró un peralte modelo para minimizar la erosión, de forma que requiera poco mantenimiento cada temporada de lluvias (fig. 121). Estas dos construcciones serán replicadas en otros sitios de alta erosión. Asimismo, durante el tiempo de capacitación se modificó ligeramente un fragmento del sendero de aproximadamente 200 metros. En el siguiente módulo se capacitó sobre el uso de un clinómetro para el diseño, construcción y mejoramiento de los peraltes del sendero.



Fig. 121 Construcción de peralte modelo y obras para reducir la erosión por lluvia y uso.

En el mes de febrero de 2021 se impartió la capacitación sobre “Plan de mantenimiento”, en el que se terminaron de ajustar los cambios hechos en el sendero, considerando peraltes y señalética. Sin embargo, éste se pospuso por la visita de dos grupos a Selvaje: un operador turístico que traslada turismo desde Comitán y que realizó con su personal el sendero de bicicleta y otro de la directiva y operadores del Centro Ecoturístico *Ara macao*, emprendimiento del ejido Reforma Agraria que tiene visitantes todo el año, y quienes tienen interés en vender las actividades de Selvaje.

Esta situación permitió el trabajo por las tardes durante un par de horas del capacitador en la bodega y área de taller recién remodeladas, con lo que se diseñó el taller de mantenimiento de bicicletas y la instalación de su mobiliario (fig. 122).

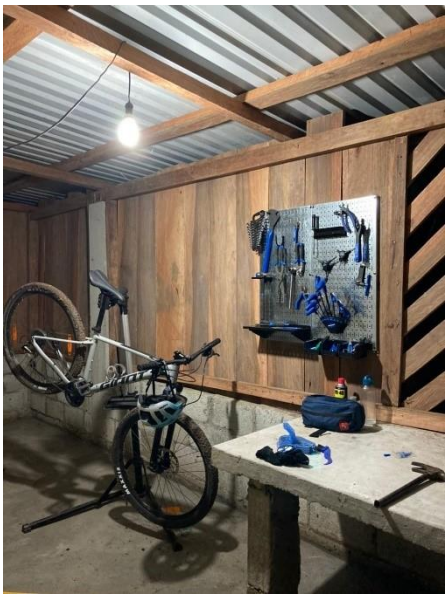


Fig. 122 Taller de mantenimiento de bicicleta operativo del centro ecoturístico Selvaje.

Mantenimiento y mecánica de bicicleta de montaña

A la par del primer taller de bicicleta de montaña en el mes de diciembre, se realizó el taller de mantenimiento y mecánica de bicicleta de montaña. Este taller fue impartido por Mario Amezcua, mecánico de bicicletas y capacitador del Bicycle Mechanic Institute. Durante el taller se expusieron los principales problemas que se presentan en el desarrollo de esta actividad.

Este taller se enfocó en reducir en la medida de lo posible, la necesidad de buscar mecánicos especializados en ciudades lejanas al sitio donde se encuentra la empresa ecoturística Selvaje a través de un mantenimiento adecuado del equipo y la resolución de la mayoría de las descomposturas en bicicletas, disminuyendo los costos de operación de la actividad de bicicleta.



Fig. 123 Capacitación de mecánica de bicicleta de montaña.

Además, se entrenó al personal para que pudieran identificar fácilmente las refacciones correctas para cada equipo, ya sea que lo requieran las bicicletas que posee el centro ecoturístico o las bicicletas que pudieran llevar los visitantes.

Al tiempo que se iban presentando los componentes de la bicicleta se mostraban las herramientas indicadas para su armado y desarmado, además de la operación del equipo especializado.

Las prácticas se realizaron con las bicicletas de cada uno de los participantes o de sus familiares, es decir, bicicletas usadas y con problemas mecánicos, con la finalidad de identificar los problemas que presentaban, solucionarlos y darles el mantenimiento completo.

Por último, se usó una bicicleta nueva (de las siete adquiridas en 2019) para desarmarla por completo y armarla por pasos, para conocer los componentes básicos del equipo con el que trabajarán de ahora en adelante.



Fig. 124 Capacitación de mecánica de bicicleta de montaña y presentación de herramientas.

Repaso del curso manejo de puentes en el Centro Ecoturístico Selvaje

En el mes de noviembre de 2020 se realizó el refuerzo del curso de manejo de puentes colocados en el dosel de la selva en el Centro Ecoturístico Selvaje. Durante el curso se

realizó un repaso del tema de primeros auxilios, se realizaron simulaciones de accidentes para revisar la actuación de los guías durante la atención a un cliente accidentado y se dieron recomendaciones para prevenir accidentes (fig. 125).



Fig. 125 Repaso y práctica del tema de primeros auxilios.

Además, como ejercicio para los guías, se realizó una evaluación durante la operación de las actividades de caminata en puentes y tirolesa con un grupo en el Centro Ecoturístico Selvaje (fig. 126). Los capacitadores observaron a los guías durante la organización, operación de puentes, seguridad y atención a clientes.



Fig. 126 Práctica de operación de puentes con el primer grupo foráneo desde la reapertura del Centro Ecoturístico Selvaje.

Capacitación en Mantenimiento de puentes colgantes

En el Centro Ecoturístico Selvaje se recibió al personal de Acrobarium, empresa que instaló los puentes colgantes y son expertos en el equipo de escalada, con el propósito de hacer un mantenimiento profundo y revisión de los puentes colgantes. En esta ocasión, se solicitó a los expertos que hicieran partícipes del trabajo de mantenimiento y explicaran todo lo realizado al personal de Selvaje que más hace guiadas en los puentes colgantes. De esta manera, personal del Centro Ecoturístico Selvaje recibió información importante que le permitirá no solamente dar mantenimientos adecuados a la infraestructura de los

puentes colgantes, sino que también será capaz de detectar tempranamente cuando ciertos elementos de la infraestructura requieran ser reemplazados, contemplando siempre la seguridad de los visitantes y el bienestar de los árboles usados y de la vegetación circundante.



Fig. 127 Personal de Acrobarium y de Selvaje dando mantenimiento a la plataforma de los puentes colgantes de Selvaje.

Campamento Tamandúa

Repaso del curso de rappel en cueva en el Campamento Tamandúa

En el mes de noviembre 2020 se realizó el curso práctico de rappel para los guías del campamento Tamandúa. Durante el curso se realizó una exhaustiva revisión al equipo y se dieron recomendaciones para la limpieza de acuerdo con los nuevos lineamientos para la prevención de COVID-19 y el guardado del equipo. Posteriormente se realizaron dos días de prácticas de descenso y ascenso en el salón de usos múltiples (fig. 128). El último día se realizó una práctica en la cueva donde se realizará esta actividad. Para ello, los capacitadores les pidieron a los guías que invitaran a otras personas para que realizaran la actividad de descenso a la cueva y ellos revisaron la atención a los invitados y la preparación para descenderlos a la cueva (fig. 129).



Fig. 128 Practica de ascenso y descenso en el salón de usos múltiples del campamento Tamandúa.



Fig. 129 Práctica de descenso de invitados a la cueva.

Observación de águila blanquinegra

Se encontró que una pareja de águilas blanquinegras (*Spizaetus melanoleucus*) anida en la selva de Flor del Marqués. Dada la importancia y rareza del descubrimiento, la observación de estas aves y del nido puede ser de gran potencial para ofrecerlo a aviturista. Sin embargo, se requiere que los guías de naturaleza del Campamento Tamandua muestren grandes cuidados al ofrecer la actividad y tengan mayor conocimiento del ave y así evitar perturbar a las aves ni su sitio de anidación.

Con este fin, en el mes de julio de 2022 se realizó un curso sobre rapaces neotropicales para los guías de naturaleza certificados del Campamento Tamandua, durante el cual ellos conocieran las aves rapaces de la región y que aprendieran a estudiar el comportamiento de las águilas anidantes y su pichón.

Parte del equipo técnico de Natura y Ecosistemas Mexicanos AC, en colaboración con el ornitólogo Alan Monroy de Dimensión Natural impartieron en el Campamento el taller de capacitación sobre la identificación de especies prioritarias para su conservación (rapaces neotropicales) haciendo énfasis en las especies listadas en el Programa de Acción para la Conservación de Especies (PACE) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), del cual el Biol. Monroy es miembro revisor. Dicho listado está conformado por el águila harpía (*Harpia harpyja*), el zopilote rey (S*arcoramphus papa*), el águila tirana (*Spizaetus tyrannus*), el águila elegante (*Spizaetus ornatus*) y el águila albinegra.

Durante dos días se impartieron de forma teórica las bases para identificación de estas especies con sus variantes por región y por edades, considerando especies similares y haciendo hincapié en las diferencias (figura 130).



Fig. 130 Capacitación teórica.

Se seleccionó al monitor comunitario Alexander Morales por ser el más interesado del ejido para ser capacitado en la toma de datos observados en el nido mencionado con cuyos datos se espera convertir a los monitores locales en expertos en la biología de la especie.

Posteriormente se realizaron múltiples visitas al sitio de observación del nido, para llevar a cabo la capacitación práctica de lo aprendido en la teoría y realizar la toma de datos correspondiente. Durante estas visitas se observaron los comportamientos de la hembra y el pichón, entre los cuales se vio a la hembra llevando alimento al pichón en el nido.



Fig. 131 Observación del nido para poner en práctica los conocimientos adquiridos.

A partir de este curso, los guías de Campamento Tamandúa continuaron realizando las observaciones y monitoreo para ampliar el conocimiento de la especie y lograr la conservación del nido. Estas actividades se realizaron durante el resto de la temporada de anidación, hasta que la pareja anidante dejó el nido y el pichón voló con éxito. Además, con el conocimiento adquirido se ha logrado generar mayor apreciación del ave en la comunidad e incrementar el interés por su conservación.

Restaurante Bellavista

Trabajo en equipo en Restaurante Bellavista

Debido a que el equipo de personas que trabaja en la cocina del Restaurante Bellavista es numeroso, se realizó un curso para brindarles las herramientas para colaborar positivamente y coordinarse en sus labores. Para ello, se trabajó con el equipo de la organización Mujeres, Organización y Territorios A.C. (MOOTS), quienes tienen experiencia en trabajo con grupos de mujeres, particularmente en Tabasco.

En el mes de abril de 2020 se realizaron dos reuniones de planeación con MOOTS; primero para plantear la situación y las necesidades del grupo que labora en Bellavista y después para conocer las propuestas de MOOTS para el curso. Como resultado, se elaboró el acta descriptiva del curso con la metodología y objetivos de cada ejercicio (Anexo 4.2.5a_2022-6). Se estableció una metodología participativa con base en los principios de la educación popular, con un enfoque de inclusión de género, generacional y territorial. Los aspectos metodológicos base que se consideraron fueron los siguientes: adaptación local y flexibilidad, participación comunitaria, intercambio de experiencias y saberes, narrativa, expresión artística y convivencia.

Como sucedió con otros cursos a las empresas, este taller se pospuso hasta que Chiapas estuviera de nuevo en color verde dentro del semáforo de riesgo epidémico. Así, los días 23 y 24 de abril de 2021 se llevó a cabo el taller en el ejido Adolfo López Mateos con 10 mujeres del Restaurante Bellavista (Anexo 4.2.5b_2022-6). A solicitud de las participantes del taller, las actividades planeadas para éste se reagendaron para desarrollarse en dos sesiones.

Durante el taller se realizaron ejercicios y dinámicas con las que se buscó impulsar los espacios de expresión entre las mujeres, a través del diálogo, la creatividad, la narración y la convivencia. De esta forma se impulsó el fortalecimiento de la identidad personal y grupal, la construcción de la confianza y el encuentro de lo común.

Para construir la empatía necesaria para trabajar en colectivo, se trabajó primero en reconocer y valorar positivamente la identidad propia y lo que caracteriza a cada quién. Se realizaron ejercicios como "La Mano" y "Autorretrato" donde se pidió que cada participante compartiera lo que realizó para poder dedicar tiempo al taller y que se auto-reconozcan. De igual forma, las facilitadoras del taller resaltaron dentro de la discusión de las participantes en estos ejercicios el hecho de que cada persona tiene distintas cualidades y a pesar de las diferencias todas merecen respeto. A través de estos ejercicios fue posible que desde su identidad personal las participantes descubrieran lo común que las lleva a la identidad colectiva en su territorio de vida.

Por otro lado, se mencionó la importancia de darse a sí mismas palabras positivas y a realizar el ejercicio también hacia su familia, sus compañeras y su comunidad. Se definió esta forma de actuar como la "cultura del buen trato" y se resaltó lo benéfico de desenvolverse así en su vida diaria y en su trabajo en el restaurante.

Después, se comenzó el trabajo a nivel de grupo con el ejercicio de recorrido por el entorno. Para este ejercicio, las participantes del taller salieron a realizar una caminata atravesando el poblado de López Mateos con el fin de observarlo como si fuera la primera vez que lo conocen, notando los aspectos que les gustan y que les preocupan de su comunidad.

Al finalizar, las participantes por equipos plasmaron lo observado en un dibujo, igualmente resaltando los aspectos más importantes para ellas. Cada equipo expuso sus dibujos al pleno, compartiendo lo que más aprecian de su comunidad y las características por las que creen que un turista debe visitar su comunidad y su empresa. En todos los casos se resaltó que la comunidad es afortunada al estar rodeada de tanta riqueza natural y que ésta les brinda una gran variedad de beneficios. También, las participantes mencionaron que en la comunidad hay un trato cálido, buena atención y comida. De igual forma expresaron su preocupación por los efectos de la deforestación y los recientes eventos extremos como las fuertes lluvias e inundación por el río.

Posteriormente se realizó un ejercicio de discusión por equipos, en el que se reflexionó sobre el significado que tienen para ellas las palabras: buen trato, trabajo en equipo,

naturaleza y confianza. Todos los equipos trabajaron igualmente en cada palabra, contribuyendo a la discusión en colectivo. En ella, las participantes una vez más mencionaron la apreciación a la naturaleza y la necesidad de cuidarla. Asimismo, se habló que el buen trato, la confianza entre las compañeras son necesarias para lograr un trabajo en equipo donde hay armonía y respeto. Se mencionó que las diferentes características de cada compañera y la diversidad de roles que cumplen resultan en la suma de acciones para lograr en conjunto los objetivos del colectivo.

Para finalizar, se abrió un espacio de reflexión donde cada compañera compartió lo bueno que se llevaba de su experiencia en el taller. En cada caso se expresaron sentimientos positivos y aprecio por haber participado en un espacio de reflexión para mujeres, los cuales mencionaron son escasos en la comunidad.

El taller facilitado por las compañeras de MOOTS logró a través de la construcción de la confianza y el encuentro de lo común que las compañeras tengan empatía entre ellas, hayan mejorado su comunicación y coordinación y, con esto, el trabajo en equipo (Figura 132).

Muchas de las mujeres asistieron al taller con sus hijos e hijas, lo cual se aprovechó para desarrollar diferentes actividades lúdicas con ellos enfocadas a reflexionar sobre su entorno natural (ver memoria de las actividades con los niños en el (Anexo 4.2.6_2022-6).



Fig. 132 Mujeres del Restaurante Bellavista participando en ejercicios y dinámicas del taller para fortalecimiento de organización y trabajo en equipo.

Preparación de pescados y mariscos para el Restaurante Bellavista

Por petición de las mujeres del Restaurante Bellavista se realizó un taller de un día a la preparación de platillos con pescados y mariscos, dirigido a las cocineras. El primer tema fue “Recepción de pescados y mariscos” en el cual se explicó de manera práctica las características que deben cumplir los insumos que reciban, las características físicas (organolépticas) como el color, el aroma y la textura. En el segundo tema, “Conservación de los pescados y mariscos”, se explicó la forma más común de conservación de estos insumos que es la congelación. Se mencionó también la importancia de cuidar la frescura de sus insumos debido al riesgo de que estén en proceso de descomposición o descompuestos y su consumo pueda causar daños graves contra la salud del consumidor, que van desde desencadenar un cuadro de intoxicación que genere alguna sensibilidad a estos productos (alergia), hasta la muerte.

La finalidad del curso es que las cocineras puedan elaborar un recetario, retomando y mejorando algunos de los platillos que tienen en su menú.

Los productos obtenidos fueron:

- Caldo de mariscos (Pescado y jaibón).
- Mojarra empapelada.
- Mojarra frita.
- Jaibas en su jugo.
- Coctel de camarón.
- Camarones a la diabla.
- Camarones empanizados.
- Camarones en tempura.
- Filete de pescado en tempura.
- Filete de pescado al ajillo.
- Ceviche de pulpo y camarón.
- Pulpo a la diabla.

Para concluir el curso, se realizó un montaje de los platillos y se llevó a cabo la degustación. El curso cerró con la encuesta de satisfacción, escuchando la opinión de las participantes sobre los platillos elaborados e invitando a implementarlos en su empresa (Figura 133).

El curso de cocina ha sido un éxito, no se había logrado tener tanta asistencia en cursos anteriores. El área de cocina es una de las que más recambio de personal presenta en las empresas de turismo, por ello es importante que haya más personal capacitado en esta área.



Fig. 133 Imágenes de platillos y procesos de preparación durante el curso de pescados y mariscos en el Restaurante Bellavista.

La Casa del Morpho

Introducción a Guías de Naturaleza

El trabajo realizado dentro de la UMA La Casa del Morpho se ha especializado en la elaboración de artesanías y recorridos cortos con explicaciones sobre la biología de las mariposas en el exhibidor de mariposas (mariposario) y en el pupario (insectario). Sin embargo, debido a la inundación de noviembre de 2020 el mariposario ha dejado de ser funcional y por ello se ha perdido temporalmente la principal actividad durante la visita la UMA, que es la observación de mariposas. Adicionalmente, las gerencias y guías de las otras empresas de la Red Vive la Lacandona, han sugerido mejorar el servicio y

atención al cliente por parte de las artesanas, quienes son las que normalmente reciben a los grupos de turistas.

Ante esta situación se convino con la directiva capacitar a las personas interesadas, principalmente artesanas, para diversificar las actividades ofrecidas al público y mejorar la atención a los clientes.

Para ello, se estructuró una serie de capacitaciones basadas en la experiencia de las otras empresas sociales turísticas de la red en los cursos para la acreditación de guías de naturaleza aprendidas con Cenlatur (2017, 2018 y 2020); la construcción de una experiencia única dirigida a los clientes aprendida durante el Proceso W para la consolidación de la red hecha con Dialogus (2019) y, por último, las capacitaciones de desarrollo organizacional impartidas por C&G Human Consulting (2013-2018).

Las capacitaciones y pláticas impartidas fueron las siguientes:

- Turismo para la conservación.
- Inicio de empresas turísticas y buenas prácticas en los centros ecoturísticos.
- Biodiversidad y Sustentabilidad.
- Buena atención y calidad en el servicio.
- Construcción de experiencias únicas.
- Guía de turistas de naturaleza y protocolos de actividad.
- Medidas de sanidad y seguridad para prevenir contagios.

Las capacitaciones se llevaron a cabo los días 11, 12 y 17 de mayo y 21 de junio de 2021 (Anexo 4.2.7_2022-6). Además, se realizaron prácticas en el taller y en el sendero de la parcela escolar de Playón de la Gloria.

Cabe mencionar que algunas de las personas habían recibido alguna de las capacitaciones mencionadas en años anteriores. Sin embargo, una parte del grupo no había recibido ningún tipo de capacitación.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Se mejoró la recepción de los grupos de turistas al taller artesanal.
- Se tienen conocimientos básicos de manejo de grupos.
- Se tienen conocimientos para mejorar el servicio brindado.
- Se tienen las herramientas para la generación de protocolos de actividad.

Se realizaron tres protocolos de actividad de acuerdo con las propuestas hechas por la directiva y artesanas. El primer protocolo fue la recepción y bienvenida de los grupos de turistas al taller artesanal (Anexo 4.2.8_2022-6). Posteriormente se trabajó en un protocolo para la actividad de elaboración de artesanías y; un protocolo de prueba para la visita a los senderos de la UMA, aunque las prácticas se realizaron en la parcela escolar.



Fig. 134 Práctica del protocolo de bienvenida y práctica en la Parcela Escolar.

En el mes de junio de 2021, se completó el registro de dos jóvenes becarias, hijas de socios de La Casa del Morpho, en el programa federal Jóvenes Construyendo el Futuro (Anexo 4.2.9_2022-6). El programa requirió que, con la supervisión de 2 tutores, aprendan sobre la operación general de la UMA, pero ya que llevan varios años involucradas con la UMA y conocen su funcionamiento, las capacitaciones se han enfocado en la contabilidad y ventas. También, las becarias recibieron la capacitación sobre guías de naturaleza y atención a clientes.

Plataforma del SAT

En el mes de agosto de 2021 se impartió una capacitación al personal de la UMA La Casa del Morpho y las becarias del Programa Jóvenes Construyendo el Futuro en el uso de la plataforma del SAT para la emisión de facturas, para la revisión de facturas recibidas y la revisión de estados de cuenta bancarios. Esto para atender a los clientes con prontitud con las facturas solicitadas y, por otro lado, para enviar la documentación en tiempo y forma al despacho contable para la respectiva declaración mensual de impuestos (Figura 135), esta capacitación es parte de la autogestión y automatización de procesos en la UMA.

En esta capacitación se trataron los siguientes temas:

- Archivos y contraseñas que comprenden las claves de acceso a la plataforma del SAT
- Tipos de facturas
- Registro y edición de Clientes Frecuentes
- Generación de factura
- Clave de producto o servicio
- Clave de unidades de medida
- Concepto de venta aplicado a las artesanías
- Valor unitario y cantidad
- Agregar impuestos a la factura
- Tasa de IVA
- Tasa de impuestos locales

- Sello de la factura utilizando CSD
- Guardado de documentos emitidos (PDF Y XML)

Para que la capacitación fuera práctica se utilizó la factura a una cliente como muestra, por lo que la facturación que se llevó a cabo fue real. Las personas que tomaron el curso tienen los conocimientos básicos para facturar y se impartirán cursos de refuerzo.



Fig. 135 Capacitación para la facturación en la plataforma del SAT.

III. Promover intercambios de experiencias entre los proyectos productivos sustentables de Marqués de Comillas para mejorar su conocimiento sobre las demás empresas, fortalecer lazos entre ellas y mejorar su comunicación:

El intercambio de experiencias ha demostrado ser una herramienta importante para generar confianza entre las empresas sociales que operan en el municipio Marqués de Comillas. Esto ha permitido mejorar la calidad de su servicio y conocer más sobre las características de la selva, ya que algunos ejidos se encuentran en zonas inundables, otras en zonas más altas y con terrenos rocosos que brindan distintas características a la vegetación.

Estas empresas cuentan con distinto grado de madurez y han pasado por distintas experiencias como certificaciones e incluso intercambio con otros estados de México, esto ha permitido retomar algunas ideas sobre su organización e, incluso, ideas que pueden implementar con sus clientes. Por ello, es importante que las cinco empresas conozcan la experiencia que ofrece cada una (actividades, hospedaje, alimentos) y que, al tiempo de ofrecer experiencias únicas, puedan identificar la complementariedad de los servicios que ofrecen. Originalmente se tenía planeado organizar los intercambios a principios del año 2020, pero el cierre de las comunidades a personas de otros ejidos, y el cierre de las actividades turísticas en las empresas sociales de marzo hasta octubre de 2020, como medidas de prevención ante la Covid-19, no permitió realizar las actividades planeadas.

Con la apertura de las empresas en el mes de octubre de 2020 se pretendía retomar los intercambios de experiencias, pero debido a la creciente del río Lacantún en el mes de

noviembre que dañó las instalaciones de la Estación Chajul, de la UMA La Casa del Morpho y del hotel Canto de la Selva, se tuvieron que reprogramar para el mes de enero de 2021. Particularmente el hotel Canto de la Selva sufrió mayores daños, así que los guías del hotel Canto de la Selva tuvieron que realizar arduas acciones de limpieza en los caminos para reactivar la operación del hotel para los turistas que reservaron habitaciones durante la temporada navideña y de fin de año. El personal del Centro Ecoturístico Selvaje se organizó con el personal del hotel para ayudarlos en las actividades de limpieza de los caminos.

En el mes de enero de 2021 personal del Centro Ecoturístico Selvaje invitó a un intercambio de experiencias a los guías de La Casa del Morpho, Campamento Tamandua, Canto de la Selva y Restaurante Bellavista. En total asistieron 14 personas de las otras empresas. El grupo fue dividido para realizar dos actividades: bicicleta de montaña dentro del área de conservación de Selvaje, caminata en puentes, visita a las aguas termales en el sitio Aguacaliente y consumo de alimentos en el módulo de recepción (Figura 136).



Fig. 136 Personal de las cinco empresas durante el intercambio de experiencias en el Centro Ecoturístico Selvaje.

Posteriormente, en febrero de 2021, el personal del Campamento Tamandúa se organizó con las empresas sociales Canto de la Selva, Selvaje, La Casa del Morpho y Restaurante Bellavista para que realizaran las actividades de caminata al amanecer en el campamento Tamandúa. Para ello, personas de los ejidos más alejados se hospedaron en el

campamento. A este intercambio asistieron 14 personas de las distintas empresas (Figura 137).

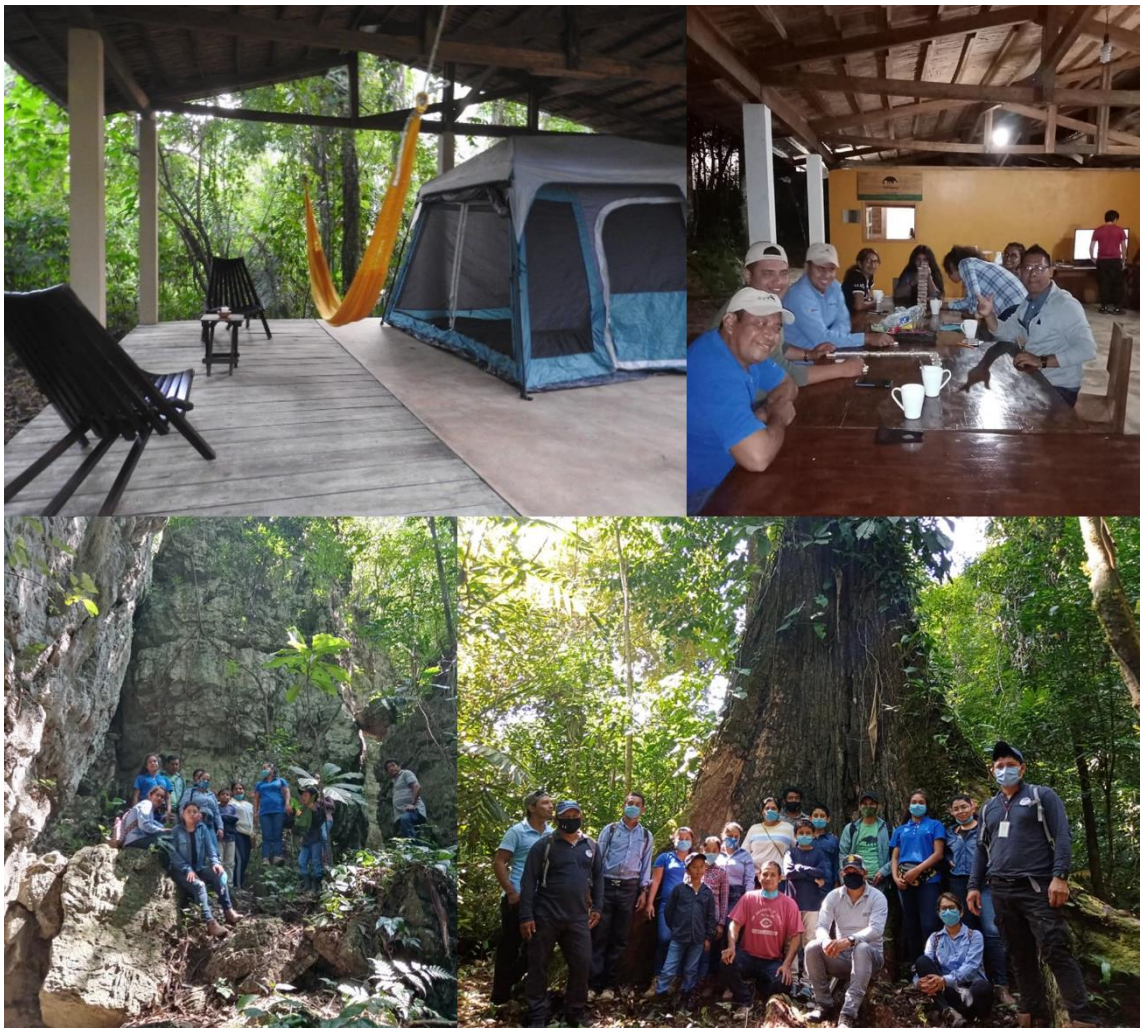


Fig. 137 Personal de las cinco empresas sociales durante el intercambio de experiencias ofrecido en el Campamento Tamandua.

Cabe destacar que durante el intercambio de experiencias fueron aplicadas todas las medidas sanitarias que han sido aprendidas durante las capacitaciones. Además, al finalizar cada intercambio se reunieron todos los asistentes para dar reconocimientos y recomendaciones a los anfitriones.

IV. Capacitar y apoyar a los socios y empleados de las empresas sociales ecoturísticas para que participen en ferias especializadas de venta de servicios turísticos para promover sus empresas:

Como sucedió con todas las reuniones y eventos presenciales, durante la contingencia sanitaria se cancelaron las ferias de turismo. Fue hasta 2021 que se reanudaron, realizándose de forma virtual. Del 25 al 28 de octubre de 2021 se llevó a cabo la feria Adventure Travel México (ATMEX), una de las ferias más importantes para el

ecoturismo y turismo de aventura en el país. En esta feria participaron las empresas Hotel Canto de la Selva, Campamento Tamandua y La Casa del Morpho.

El personal de Natura y Ecosistemas Mexicanos acompañó a las empresas en la gestión de la inscripción, preparación de materiales para compartir con agencias y en la elaboración de su perfil en la plataforma de la feria ATMEX (fig. 138).

Previo a la feria, personal de FUNDEMEX y ATMEX realizaron capacitaciones virtuales para los participantes donde se explicaron las medidas de prevención de COVID-19 que se deberán adoptar para recibir visitantes, en el uso de la plataforma y en la selección de citas con agencias nacionales.

Durante la feria, los miembros de las empresas asistieron virtualmente a las pláticas generales. Además, del 26 al 28 de octubre se sostuvieron reuniones de uno a uno con otros actores de la industria en el Marketplace virtual, con el fin de establecer relaciones con operadores turísticos y potencialmente obtener nuevos clientes.

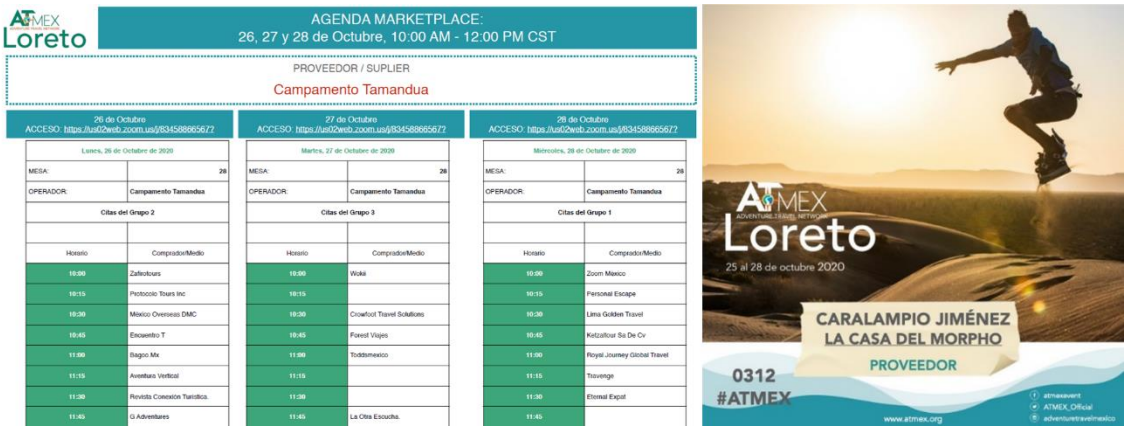


Fig. 138 Inscripción y agenda de citas con agencias durante la feria ATMEX.

Una vez reanudadas las actividades presenciales, la edición 2022 de ATMEX se realizó en la ciudad de Guanajuato del 5 al 7 de octubre. En este caso, personal del Centro Ecoturístico Selvaje asistió como representante de la red Vive la Lacandona. En este evento se realizaron también sesiones uno a uno en el Marketplace y con ello pudieron reunirse con operadores turísticos nacionales e internacionales y presentarse como un destino turístico que ofrece diversidad de servicios, experiencias y que además están comprometidos por la conservación del ecosistema.

Durante la feria el Centro Ecoturístico Selvaje tuvo 16 citas con agencias de viaje en el Marketplace. Además, tuvieron oportunidad de participar en el panel “Turismo Comunitario y su compromiso con la conservación”.



Fig. 139 Participación del Centro Ecoturístico Selvaje durante la feria ATMEX.

f) Discusión

Las actividades de educación y sensibilización ambiental tanto en la Estación Chajul como en las escuelas de los ejidos del municipio Marqués de Comillas son indispensables para reforzar el conocimiento de la población infantil y juvenil del municipio, fomentan una cultura ambiental para que con el tiempo pueda ser internalizada por ellos y se conviertan en promotores de la misma.

El que los niños y jóvenes puedan estudiar depende principalmente de la organización de los padres de familia, existencia e infraestructura de los centros escolares, la economía familiar e inteligencia financiera

El que los niños y jóvenes quieran estudiar recae principalmente en los hábitos de estudio, modelos a seguir e inteligencia emocional. Los sentimientos son una de las principales barreras para lograr un estado óptimo del aprendizaje, pues esto depende de experiencias pasadas del estudiante, alimentación y los métodos de estudio.

Al comparar la capacidad de síntesis de niños de 5to de primaria que han participado en actividades de educación ambiental en comparación con jóvenes de 2do de secundaria que no han participado se pudo ver con claridad el efecto de la formación de hábitos de estudio, fortalecimiento del entendimiento de la inteligencia emocional y elaboración de síntesis, siendo los resultados de los niños de primaria claramente más desarrollados.

Respecto a las actividades de educación ambiental es necesario seguir fortaleciendo la planeación educativa a largo plazo y elaboración de proyectos ambientales, pues la gran mayoría de niños y jóvenes de la región cuentan con conocimientos relacionados a la selva y sus servicios ecosistémicos. Sin embargo, es menor el grupo de niños y jóvenes capaces de integrar dichos conocimientos en decisiones concretas sobre la selva, principalmente son los agentes cercanos a las empresas sociales quienes lo hacen.

El trabajo que realizan los servicios sociales y voluntarios es indispensable para poder cumplir con esta misión, obteniendo un doble beneficio, para la comunidad y la conservación y para su desarrollo profesional

Las empresas sociales que operan en el municipio Marqués de Comillas se enfrentaron a un fuerte reto al ser impactadas por la contingencia sanitaria por la pandemia de Covid19. A pesar de la incertidumbre por el riesgo de contagio en la zona y la perdida de los grupos de visitantes programados, las empresas continuaron trabajando para adaptarse rápidamente a la situación, a seguir los lineamientos impuestos por el gobierno federal y estatal fortaleciendo sus capacidades que les ha permitido operar de manera segura y continuar mejorando la calidad en el servicio.

Los cursos de refrendo de guías de naturaleza han sido fundamentales para el desarrollo y maduración de las empresas ecoturísticas, dando herramientas para mejorar la organización seguridad y experiencia que ofrecen a sus clientes. La importancia de que los guías de las empresas sociales posean conocimientos sobre primeros auxilios, les da herramientas para actuar en momentos de crisis y brinda confianza y seguridad a los visitantes, además de ser conocimientos que pueden aplicar en su comunidad. Por ello, se ha considerado fundamental continuar con la formación de los guías y en general de los miembros de las empresas sociales a través de cursos especializados.

La coyuntura que impuso la pandemia impulsó el uso de alternativas para no detener la formación de todos los integrantes de las empresas sociales, mediante la combinación de cursos presenciales y virtuales se logró avanzar en gran número de las capacitaciones, permitiendo la integración y mejora en el uso de la tecnología. Esto ha hecho posible su participación en más reuniones y cursos a distancia, permitiéndoles no detener la mejora continua y maduración de los emprendimientos. Esto impacta de manera positiva en el capital social de la comunidad, además de garantizar la conservación de los fragmentos de selva de sus ejidos, permitiendo la conectividad con la Reserva de la Biosfera Montes Azules.

La pandemia agudizó diversas condiciones muy complejas. Sin embargo, gracias al trabajo en conjunto con la población local se pudo mitigar el impacto de la información falsa y promover los cuidados sanitarios adecuados con información correcta y materiales de difusión. Esta crisis global sirvió como un claro ejemplo de que los ecosistemas y las personas compartimos una sola salud y por tanto cómo el inadecuado uso de los recursos naturales nos está afectando. Igualmente, mostró que las actividades como el ecoturismo se vuelven frágiles ante eventos como la pandemia o las inundaciones. Por ello, se ha enfatizado en la importancia de la conservación de los fragmentos de selva de sus ejidos y de la Reserva de la Biosfera Montes Azules.

A pesar de las limitantes que impuso la pandemia por el Covid-19, fue posible adaptarse a las circunstancias y, gracias a la responsabilidad y conciencia de los pobladores locales, se controlaron los contagios. No obstante, las dificultades de comunicación en la región tanto en internet como en servicio telefónico, se tuvo la oportunidad de estar en contacto constantemente con las comunidades para analizar las causas de la pandemia, cómo el inadecuado uso de los recursos naturales nos está afectando y que actividades como el ecoturismo se vuelven frágiles ante eventos como la pandemia o las inundaciones.

g) Conclusiones

Las sinergias generadas entre la sensibilización ambiental y el fortalecimiento de capacidades hacen posible un modelo de desarrollo territorial que se incorpora en distintos aspectos de la población. Gracias a esta posibilidad de decidir y el entendimiento de nuestro papel en la naturaleza, podemos ver que la única forma de desarrollo ético y perdurable es el desarrollo sustentable. Ningún otro puede garantizar nuestro bienestar y el de las siguientes generaciones si no incorporamos al medio ambiente en nuestro sistema de valores. El deterioro ambiental, la pobreza y la desigualdad que vive el municipio son reflejo de que ni el estado ni las instituciones han invertido en desarrollar las capacidades de las personas que ahí viven. Para que puedan desarrollarse e incrementar su calidad de vida, es necesario acompañar este proceso con la conservación del medio ambiente, ya que es y será la base del bienestar actualmente y en el futuro (Sen 2000, Carabias 2018).

Como sociedad es nuestro deber hacia la naturaleza y las futuras generaciones cambiar de estructuras institucionales y políticas, modificar las relaciones entre nosotros y con la naturaleza, con la finalidad de poder garantizar los derechos humanos a toda la población y alcanzar verdaderamente una justicia social y ambiental (Carabias 2018). Poder encaminar el desarrollo de capacidades para superar la pobreza y desigualdades, representa un avance en dirección del desarrollo sustentable, ya que involucra un crecimiento económico incluyente donde se respeta a la naturaleza para que la vida que alberga siga evolucionando y donde las personas gocen de una vida digna (Carabias 2018).

El trabajo de fortalecimiento de capacidades que Natura y Ecosistemas Mexicanos ha realizado a lo largo de estos años ha impactado positivamente en la vida de niños, jóvenes, padres de familia, socios de las empresas sociales y líderes locales. La articulación de todos los componentes del proyecto ha encaminado a los protectores del patrimonio natural a tener capacidades reales para cambiar su realidad y estar más cerca de una verdadera libertad.

El desarrollo sustentable comienza a formar parte de su vida cotidiana y como visión a largo plazo desde edades tempranas, permitiendo que lo que aprenden en el aula lo puedan implementar en un futuro en proyectos propios con la incipiente población que comparte esa visión con ellos.

Las empresas sociales están siendo el semillero de los jóvenes de las comunidades y les está permitiendo especializarse en distintos temas relacionados a la conservación, turismo, administración o bien, adquiriendo nuevas habilidades como guías de naturaleza, cocina, gerencia, artesano. Por ello, es necesario continuar fortaleciendo a las empresas para que continúen generando oportunidades y continuar fortaleciendo la cadena de valor que les permita generar nuevos proyectos y con ello más empleos.

h) Referencias

Anderson, L.W. y D. Krathwohl. (Eds). 2001. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Longman. EUA.

Barceinas A. 2015. Fortalecimiento de capacidades locales y educación ambiental como factor de cambio para la conservación de la Selva en Marqués de Comillas. En: Carabias, J., de la Maza, J., Cadena, R. *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona: 25 años de actividades y experiencias*. Natura y Ecosistemas Mexicanos A. C. México.

Banerjee, A. y Duflo, E. 2011. *Poor Economics: A Radical Rethinking of the Way to Fight Global Poverty*. Public Affairs. EUA.

Bourdieu, P. 1986. The forms of capital. En: Richardson, J., *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. Greenwood. EUA. Pp. 241–58.

Calixto, R. 2012. Investigación en educación ambiental. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 17(55):1019-1033. Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A.C. México

Carabias, J. 11 de octubre 2014. Piel dura corazón helado. *Reforma*. Disponible en: <https://ceiba.org.mx/que-hacemos/blogs-opinion-editorial/julia-carabias-lillo/piel-dura-y-corazon-helado/>

Chacón, A. y P. Peña. 2012. *Cómo cambiar historias. Lo que podemos hacer los individuos, las empresas y las organizaciones sin fines de lucro por la educación en México*. México: Fondo de Cultura Económica.

Ostrom, E. 2000. *El Gobierno de los Bienes Comunes: La evolución de las instituciones de acción colectiva.* Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica de México.

Kellert, S. R. 2012. *Birthright: People and Nature in the Modern World*. Yale University Press. EUA.

Rosas-Cruz, L.M.C. 2022. *Valores biofílicos, empatía y conservación de la selva de Uxpanapa, Veracruz; usando a la Guacamaya roja (Ara macao cyanoptera) como especie bandera*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Psicología.

Sen, A. 2000. *Development as Freedom.* Alfred A. Knopf, Inc. EUA.