

# Fortaleciendo capacidades adaptativas con enfoque de género y adaptación basada en ecosistemas: empresa social Gotita de Amor

INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático

Metas de Aichi



ENBIOMEX



ODS



## Introducción

El cambio climático es el problema ambiental, social y económico más apremiante que enfrenta el planeta. México es uno de los países más vulnerables a sus efectos por sus características geográficas y condiciones socioeconómicas.

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) 2018, si se limita el calentamiento global a 1.5°C se proyecta una reducción del impacto en agua dulce y en ecosistemas costeros, lo cual permitirá retener muchos de sus servicios ambientales (alta confiabilidad; B3). Con un calentamiento global de 1.5°C los riesgos climáticos vinculados con la salud, la seguridad alimentaria, el sustento, el suministro de agua y el crecimiento económico se incrementarán y aumentarán aún más con 2°C (B5; IPCC 2018).

El agua es un recurso natural de utilización amplia y esencial para la vida. Su escasez afecta negativa y profundamente las posibilidades de desarrollo y el bienestar de una región o comunidad y sin duda aumenta la vulnerabilidad ante el cambio climático.

La adaptación busca reducir, prevenir y controlar la ocurrencia potencial de desastres en la población, en un sector o una región. Esto implica combatir las causas estructurales que determinan las condiciones de vulnerabilidad de las sociedades y fortalecer las capacidades de resiliencia de éstas (INECC 2012).

El proyecto de Adaptación en humedales costeros del golfo de México ante los impactos del cambio climático TF096681 (proyecto humedales) fue una iniciativa de cooperación internacional, coordinada e implementada por el INECC y el IMTA. Esta iniciativa se llevó a cabo de 2011 a 2016, y la financió el GEF a través del Banco Mundial. El objetivo del proyecto fue diseñar e implementar diversas acciones de adaptación enfocadas a disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático de las poblaciones que viven, y dependen de los humedales. Los sitios piloto en los que se trabajó son:

- Río Papaloapan-Laguna de Alvarado: municipios de Alvarado, y Tlacotalpan, Veracruz, en el área privada de conservación El Pájaro y en el ejido El Tarachi.
- Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona: municipio de Cárdenas, Tabasco, en las comunidades: El Golpe primera sección y segunda sección, Las Coloradas segunda sección y El Mingo.
- Humedal de Punta Allen: Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (RBSK), Quintana Roo. En dos áreas: El Playón y el arrecife de coral.

En total, se implementaron en los tres sitios piloto 19 medidas de adaptación orientadas a la conservación y restauración de los ecosistemas. Estas medidas también buscaron crear oportunidades económicas, desarrollar y fortalecer la organización comunitaria para enfrentar las amenazas climáticas (p.e. formación de comités de emergencia, de mantenimiento de los palafitos, desarrollo de simulacros), así como construir nuevas habilidades y capacidades para la adaptación. Algunas de esas capacidades son la apropiación del lenguaje y de información sobre cambio climático, el aprendizaje de nuevas técnicas de reforestación, desazolve manual de canales, prácticas de salud ambiental, captación de agua de lluvia, construcción de viviendas elevadas con técnicas tradicionales, operación de equipos de comunicación, manejo de residuos, entre otros.

El proyecto se implementó bajo un enfoque integral y sistémico. En este sentido, se retomaron los principios de la adaptación basada en ecosistemas (AbE), la adaptación basada en comunidades (AbC) y la adaptación basada en reducción de riesgo (ABRR).

La medida de adaptación que se reporta en este informe se llevó a cabo en el sitio piloto Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona. Específicamente, en la comunidad de Las Coloradas segunda sección, en el municipio de Cárdenas, Tabasco. Ésta se localiza a orillas del río Santana, que desemboca en la Laguna Machona. Es una población en la que una proporción importante de habitantes son analfabetas funcionales. La actividad económica predominante de la comunidad es la pesca, en la cual se invisibiliza el aporte económico de la mujer (cuadro 1).

Las costas de Tabasco están altamente expuestas a eventos hidrometeorológicos extremos: huracanes del Caribe, del golfo y del Pacífico, así como nortes (Estrada-Porrúa 2001, Hernández-Santana *et al.* 2008). De acuerdo con las proyecciones de cambio climático global, se espera una mayor frecuencia en ondas de calor, aumento de la temperatura y en frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos. Asimismo, el INECC coordinó estudios en los que se modeló un incremento del nivel del mar en uno y dos metros, en los cuales se observa una propensión a la modificación de la línea de costa de Tabasco (Hinojosa *et al.* 2002).

**Cuadro 1.** Estructura poblacional, nivel educativo y características de las viviendas de Las Coloradas segunda sección.

VARIABLES	Medida
<b>Población</b>	<b>666</b>
Mujeres	315
Hombres	351
entre 0 y 14 años	323
Índice de fecundidad	4.36
Nivel educativo	
<b>Analfabetismo</b>	<b>6.76 %</b>
Mujeres	8.57 %
Hombres	5.13 %
<b>Nivel de escolaridad</b>	<b>5.8</b>
Mujeres	5.62
Hombres	6
<b>Población ocupada económicamente</b>	<b>21.62 %</b>
Mujeres	0.64 %
Hombres	40.46 %
<b>Viviendas</b>	<b>135</b>
Con electricidad intermitente	133
Servicios de agua potable	29
Con excusado	69.40 %
Con radio	46.27 %
Televisión	78.36 %
Refrigerador	41.04 %
Lavadora	55.97 %
Computadora personal	0 %
Teléfono fijo	8 %
Internet	0 %
Automóvil	6 %

Fuente: Pueblos de América 2018.

La comunidad presenta problemas graves que exacerbaban la vulnerabilidad en la que viven: 1) escasez de agua potable para uso y consumo humano, debido a la salinización de los pozos, de los suelos por intrusión de la cuña salina y de la contaminación del sistema lagunar; y 2) un servicio intermitente de acceso y abastecimiento del agua y energía eléctrica.

En diversas entrevistas con personas de la comunidad, maestros de la escuela primaria y en los talleres diagnósticos, los habitantes reportaron como tema recurrente la falta de

agua y la salinización de los suelos y cuerpos de agua. En este contexto, se optó por implementar la captación de agua de lluvia como medida de adaptación. En especial, porque es una tecnología que permite satisfacer la demanda de este recurso para uso y consumo humano en cantidad y calidad. Además, es una práctica que promueve la autosuficiencia y el uso racional de este recurso básico para la vida.

Cabe señalar que la comunidad presentaba un tejido social muy débil y deteriorado, por lo cual se decidió implementar esta medida en la escuela primaria Luis Castillo Olive. En 2015 la comunidad tenía una población escolar de 188 personas y su única fuente de abastecimiento de agua era una manguera que alimentaba un tambo de 200 litros. Esta fuente se utilizaba para lavar manos, los sanitarios y para beber. El consumo de esta agua generaba constantes ausencias escolares por enfermedades gastrointestinales.

El proyecto humedales implementó la captación de agua de lluvia, con la finalidad de mejorar las condiciones de disponibilidad de agua y la calidad de vida de la comunidad. Éste brindó opciones tecnológicas de bajo costo y alto impacto para reducir la escasez de agua actual y futura (ya que esta problemática tenderá a agudizarse bajo escenarios de cambio climático). Así, el proyecto contribuyó a incrementar la capacidad adaptativa de la población.

## Acciones emprendidas

### Captación de agua

La medida de adaptación consistió en instalar un sistema de captación de agua de lluvia (SCALL), dotado de una cisterna de 150 m<sup>3</sup>, y constituir una empresa social a la que la comunidad le dio el nombre de Gotita de Amor, la cual inició actividades el 30 de noviembre de 2015. La empresa se dedica a purificar, potabilizar y embotellar 30 garrafones de 20 l por día. Los garrafones se venden en la comunidad y se donan diariamente a la escuela para la preparación de alimentos (desayuno y comida) del alumnado, para uso de los maestros y, para los alumnos y maestros del kínder 24 de octubre.

Además de la empresa, se realizaron otras actividades como la dotación de infraestructura. Por ejemplo, se instalaron dos bebederos con agua fría proveniente del SCALL, un huerto

escolar y una estufa ahorradora de leña para cocción de alimentos.

Asimismo, se realizaron actividades para la socialización del proyecto. En ese sentido, se elaboró un mural con la participación de la comunidad escolar sobre el ciclo del agua. También se desarrolló un programa de fortalecimiento de capacidades con el personal docente, alumnos, padres y madres de familia.

El programa tuvo el objetivo de favorecer que la comunidad apropiara la tecnología implementada, la operación de la empresa Gotita de Amor, garantizando así la sustentabilidad de ésta. En el marco de este programa se llevaron a cabo 40 talleres. En éstos se abordaron temas de género y cambio climático, como: a) conservación y restauración del manglar; b) cultura y uso sustentable del agua; c) derechos de las mujeres, igualdad y estereotipos de género; d) administración y gestión de una empresa social; e) intercambio de experiencias con otras comunidades participantes del proyecto humedales; f) capacitaciones técnicas; g) masculinidades; y h) el derecho humano de acceso al agua, entre otros temas.

### Estrategia ante el cambio climático en la comunidad

En este proyecto se implementó la estrategia comunidades en acción adaptándose al cambio climático. Ésta es una estrategia de participación social con enfoque de género que promovió e incluyó la voz, el conocimiento, el protagonismo y la acción de mujeres y hombres de la comunidad, quienes participaron, opinaron y tomaron decisiones en cada una de las etapas del proyecto.

El objetivo de dicha estrategia fue desencadenar procesos de acción social comunitaria. Así como reconstruir y construir el tejido social, y las relaciones de poder presentes al interior de la comunidad. Esto fue clave para desarrollar de manera incluyente medidas de adaptación desde lo local, siguiendo un proceso de abajo a arriba, que respondió a las necesidades y prioridades de la comunidad.

La participación social en el contexto de cambio climático implica entretelar nuevos conocimientos y habilidades. Para ello, se partió del principio de que la vulnerabilidad ante el cambio climático es diferente entre individuos, dependiendo de la ubicación geográfica,

posición social, sexo, etnia y edad, entre otros. Para generar y promover relaciones más equitativas de género en la comunidad, se trabajó con varios principios:

- Se consideró a las mujeres, en igualdad de condiciones que los hombres, como sujetos sociales, agentes de cambio y partícipes fundamentales del proyecto.
- Se incluyeron las necesidades e intereses de las mujeres en el mismo plano que las de los hombres, particularmente, en los espacios de capacitación e intervención, y en la toma de decisiones.
- Se identificaron los obstáculos para la participación de las mujeres, y se generaron las condiciones para aumentar la calidad de sus aportaciones.
- Se promovió el empoderamiento de las mujeres para reducir las brechas de género.
- Se evitaron sesgos de género en la selección de las personas que participaron en los distintos trabajos.

### Relevancia y conclusiones

La empresa Gotita de Amor continúa operando a tres años del inicio de operaciones, sobreviviendo a un proceso de empobrecimiento de la comunidad, que día con día ve disminuidos sus ingresos provenientes de la pesca. Estas mujeres han logrado un gran reconocimiento y liderazgo dentro de la comunidad, siendo elegidas democráticamente para dirigir diversos comités comunitarios.

La comunidad reconoce que Gotita de Amor es una gran solución que mejoró su calidad de vida y les apoya en su economía familiar al generar ahorros, por el bajo precio que tienen los garrafones (figura 1). Adicionalmente, los bebederos han mejorado la salud del alumnado. Señalan que ahora cuentan con agua potable y purificada de forma continua en calidad y cantidad.

La medida es autosustentable, porque el sistema se abastece con el agua de lluvia,



Figura 1. Instalaciones de la empresa. Fotos: INECC 2018.

recurso natural que no tiene costo de adquisición y que permite satisfacer de forma continua a la demanda de agua potable. Así, se fortaleció la resiliencia comunitaria y se incrementaron las capacidades adaptativas a través de la participación y organización comunitaria. Algunos de los comentarios de operadoras sobre el beneficio de Gotitas de Amor son:

“El trabajo que realizamos como mujeres, en la casa y en la potabilizadora deber ser compartido y hay que enseñar esto a nuestros hijos”. July, Operadora en la empresa Gotita de Amor.

“Al principio teníamos pocas ventas por que la gente no creía que el agua de lluvia se podía tomar. La gente fue adquiriendo confianza por la difusión que hemos hecho y los ahorros que tienen en su economía”. Lili, responsable de la operación de Gotita de Amor.

El proyecto logró resolver exitosamente dos desafíos centrales para la aceptación y uso de tecnologías alternativas. El primero es que la comunidad se apropió del sistema. El segundo es que se lograron remover las resistencias y barreras culturales para consumir agua de lluvia. En este sentido, la implementación del proyecto permitió aprender algunas lecciones:

- La construcción colectiva de una medida de adaptación desde una metodología de aprender-haciendo permite generar nuevas capacidades, empoderamientos y liderazgos.
- Comunidades en acción adaptándose al cambio climático como estrategia de participación social sirvió para empezar a modificar mandatos y estereotipos de género presentes en la comunidad. Este es un proceso que lleva tiempo por lo que es fundamental contemplar un acompañamiento y seguimiento constante una vez que termina el proyecto.
- La comunidad revalorizó la importancia del trabajo colectivo y de la organización

comunitaria visibilizando los esfuerzos que, en el marco de este proyecto realizaron varias mujeres, hombres, niñas y niños de la comunidad.

- Para avanzar hacia una adaptación transformacional es necesario que este tipo de medidas piloto se institucionalicen en un programa gubernamental que, garantice el involucramiento presupuestal de dependencias a nivel estatal y municipal para su manutención, seguimiento y réplica.

## Referencias

- Estrada-Porrúa, M. 2001. Cambio climático global causa y consecuencias. Notas. *Revista de información y análisis* 16:7-17.
- Hernández-Santana, J.R., A.P. Méndez Linares y L. Gama-Campillo. 2008. Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad de siglo xx hasta el presente. *Investigaciones Geográficas* 65:7-21.
- Hinojosa, A., C.M. Appendini, M.L. Mexicano y R. Meza Padilla. 2002. *Estudio para la incorporación de nuevas variables en los escenarios de cambio climático para México utilizados en la Quinta Comunicación Nacional Parte II Escenarios de ascenso del nivel del mar*. INECC, México.
- INECC. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2012. *Adaptación al cambio climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones*. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. INECC/SEMARNAT México.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climatic Change. 2018. *Summary for policymakers*. En: <<https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>>, última consulta: octubre 2018.
- Pueblos de América. 2018. *Las Coloradas 2a. Sección (Ampl. Las aldeas)*. En: <https://mexico.pueblosamerica.com/i/las-coloradas-2a-seccion-ampl-las-aldeas/>, última consulta: agosto 2018.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA**

# Desarrollo de biotecnologías para el cultivo de corales

INAPESCA (Instituto Nacional de Pesca)



## Introducción

Los arrecifes coralinos son ecosistemas que albergan una gran cantidad y variedad de especies. Por este motivo son fuente de alimento y refugio para diversas formas de vida marina (Conell 1973, 1976).

En el Caribe Mexicano los arrecifes representan una fuente importante de bienes y servicios para la economía y bienestar de los habitantes de Quintana Roo. En este sentido, se reconoce ampliamente el efecto que brinda la barrera arrecifal como protección costera. Esta barrera contribuye a reducir el efecto catastrófico de eventos climáticos como tormentas y huracanes (Gardner *et al.* 2005).

Cuando el arrecife se encuentra en buen estado, previene la erosión de la costa, la cual provoca la pérdida de playas y pone en riesgo a las comunidades e infraestructura en los litorales. Así, una cresta arrecifal bien desarrollada logra disipar la energía del oleaje que proviene del mar y que cruza el arrecife hacia la costa, atenuando el efecto de la energía del oleaje sobre el litoral. Esto ocurre en el Caribe, debido a la alta complejidad de la estructura coralina que lo caracteriza. Específicamente, se debe a la presencia del coral masivo ramificado de la especie *Acropora palmata*, comúnmente conocido como cuernos de alce (Lirman 2003).

El arrecife es la principal fuente de sedimentos que forman las playas. Asimismo, éste brinda el mayor recurso de carbonato de calcio de los esqueletos de los corales, las conchas de moluscos, el caparazón de los crustáceos, las espículas de esponjas y esqueletos de algas

calcáreas.

Por otro lado, los arrecifes de coral sustentan distintas actividades económicas de la región como son la pesca y el turismo. Los recursos de mayor valor económico asociados a los arrecifes son: la langosta, el caracol, el pulpo y diversas especies de escama (Sparre y Venema 1992). También lo es la actividad turística creciente en torno al valor paisajístico que estos ecosistemas brindan. Con una afluencia de más de 15 millones de turistas en Quintana Roo durante 2017, fortaleciendo la posición del estado como destino líder en México y en el mundo.

Desafortunadamente, el deterioro de los arrecifes coralinos en años recientes ha sido alarmante. Se estima que 56% de los arrecifes en México se encuentran en una situación pobre o crítica (Kramer *et al.* 2015). En particular, las poblaciones de *Acropora* en el país han disminuido drásticamente desde la década de los ochenta (Jordan-Dahlgren y Rodríguez-Martínez 2003). Por este motivo, las dos especies del género (*A. palmata* y *A. cervicornis*) se encuentran listadas en la NOM-059 (SEMARNAT 2010) como especies sujetas a protección especial (Pr).

No obstante, algunas poblaciones de *A. palmata* y *A. cervicornis* permanecen en buen

estado de salud. Por ello, es importante implementar esfuerzos para su conservación y repoblamiento (PACE: *Acroporas*; SEMARNAT y CONANP 2010). De una manera más integral, se requiere efectuar acciones de restauración de arrecifes coralinos, logrando así que se mejore su estructura y función, y con ello los importantes bienes y servicios que brindan.

### Acciones emprendidas

El INAPESCA encabeza un programa de investigación enfocado al desarrollo de biotecnologías para la producción y cultivo de corales utilizables para acciones de restauración de arrecifes coralinos. El proyecto inició en 2009, con la instalación de los primeros sistemas de cultivo en acuario con condiciones controladas (scc) y pequeños módulos de viveros marinos (scm).

En 2010 se llevó a cabo un taller en Puerto Morelos con la participación de tres países (México, Cuba y Estados Unidos), con el objetivo de evaluar las mejores prácticas para la rehabilitación y restauración de arrecifes coralinos para su adaptación al cambio climático en la región del Caribe. Así, en 2011 se mantuvo una producción anual de 350 colonias de coral por propagación clonal y se establecieron 1 500 reclutas sexuales.

En el período 2012-2016, el INAPESCA obtuvo un financiamiento por parte de la CONABIO para implementar un programa interdisciplinario de restauración activa para compensar daños antropogénicos en arrecifes coralinos del Caribe Mexicano. En este programa se estableció la colaboración con el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, de la CONANP, con la Unidad Académica de Sistemas Arrecifales Puerto Morelos del ICMYL-UNAM, con El Colegio de la Frontera Sur Unidad Chetumal (ECOSUR) y con el Acuario de la Empresa Xcaret S.A. de C.V. El programa permitió realizar las siguientes actividades:

- Se logró ampliar la capacidad de los sistemas de cultivo y mejorar su funcionalidad.
- Se instaló un vivero marino con capacidad para 1 500 colonias. También se instaló un sistema de cultivo semi-controlado (sce) al aire libre, con luz natural y flujo de agua de mar abierto.

- Se logró una producción anual de dos mil colonias por propagación clonal de ocho especies (*Acropora palmata*, *A. cervicornis*, *Orbicella annulata*, *Orbicella faveolata*, *Montastraea cavernosa*, *Undaria agaricites*, *Porites porites* y *Dendrogyra cylindrus*) y se lograron 10 mil reclutas sexuales de *Acropora palmata* asentados.
- Se implementó la siembra de corales para la restauración de dos áreas arrecifales.
- Se trabajó en la definición de técnicas y protocolos de producción de colonias de coral, tanto por métodos de propagación clonal como de reproducción sexual, en sistemas de acuario, así como en el mar.

A partir de 2017, se mantiene un proyecto de producción de colonias y restauración de arrecifes con apoyo financiero del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Éste tiene la meta de producir 260 mil colonias de coral en seis años.

Para lograr la meta se han utilizado técnicas de microfragmentación desarrolladas por el Dr. David Vaughan, investigador del Mote Marine Laboratory and Aquarium (Florida, EUA). Estas técnicas sirven para el escalamiento de la producción de colonia, permiten acelerar el crecimiento del coral en cultivo al potencializar la capacidad de regeneración de éstos.

Adicionalmente, se han atendido áreas dañadas por encallamientos en el Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos. En estas zonas primero se implementan acciones de restauración primaria como el rescate de fragmentos de coral, el reacomodo de colonias masivas que fueron volteadas, la instalación de viveros para fijación de colonias y la estabilización de escombros sueltos. Posteriormente, se emplean acciones secundarias para cementar colonias masivas y fragmentos de coral, así como sellar lesiones de tejido con plastilina epóxica. Dos años después del accidente, en el sitio afectado se trasplantan colonias provenientes del vivero. Cabe señalar, que de todas las acciones se lleva a cabo un monitoreo para evaluar su efectividad.

En 2018, TNC y el Gobierno del Estado de Quintana Roo crearon el fideicomiso para el manejo de la zona costera. La finalidad será promover la conservación de áreas a lo largo de las costas de Cancún y Puerto Morelos, en el Caribe Mexicano.



El fideicomiso también financiará lo que se convertirá en la primera póliza paramétrica para un sistema arrecifal en el mundo. Para implementar este instrumento, se elaboró un protocolo de alerta temprana y respuesta inmediata al impacto de los ciclones tropicales en los arrecifes del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos. Éste estipula las acciones a tomar antes, durante y después del paso de un huracán. Para aplicar las acciones de este protocolo, el INAPESCA participó en la capacitación de cuatro brigadas, compuestas por 36 personas de la comunidad, para ejecutar las acciones previstas en el protocolo para la evaluación rápida del impacto del ciclón y las acciones de respuesta primaria en el arrecife.

En 2018, el INAPESCA trabajó en coordinación con la asociación Healthy Reef for Healthy People, en un proyecto piloto para evaluar el efecto sinérgico de la herbivoría de organismos como el cangrejo rey (*Mithrax spinosissimus*) con la siembra de corales en los proyectos de restauración. Algunos logros de este proyecto son:

- Acciones de restauración a partir de la siembra de corales, la cual han permitido la rehabilitación de cuatro sitios dentro del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (Quintana Roo). En estos sitios hubo restitución de funciones ecológicas y servicios ambientales, y se restableció la fauna ictiológica, incluyendo especies de importancia comercial.
- Aumento de cobertura de corales, la cual fue de hasta en un 14%, con un desarrollo notorio de la heterogeneidad ambiental, y un incremento de hasta el doble en el número y biomasa de la comunidad de peces.
- Desove de colonias de *Acropora palmata* que fueron plantadas como fragmentos asexuales en 2011 y lo han hecho masivamente desde agosto de 2016. La ausencia de huracanes desde 2005 ha permitido mantener las tasas de supervivencia de coral por encima de 80% en los sitios restaurados.
- Producción de colonias por microfragmentación que genera 3 500 colonias mensuales.
- Consolidación de un banco de genotipos exitosos que se mantiene en cultivo.
- Fortalecimiento bancos de organismos reproductores en cultivo.
- Producción de corales con menos dependencia de la colecta de ejemplares silvestres. Esto es porque se emplea la técnica

del desdoble, en la que por cada cohorte de producción se destinan tres cuartos de ésta para siembra, y un cuarto para reabastecer los sistemas de cultivo. Esta práctica se está implementando tanto en la producción, que se lleva a cabo en los acuarios, como en los viveros marinos.

- Sistema del vivero marino con un nuevo diseño que, permite un manejo más efectivo de las colonias en cultivo, y una limpieza de las estructuras más eficiente mediante bastidores removibles.
- Monitoreo continuo, el cual se está trabajando con una propuesta para evaluar la eficiencia de las acciones de restauración de los arrecifes de coral, a través de la adaptación de los estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica (SER). Se recurre al análisis de seis atributos principales del ecosistema: ausencia de amenazas, condiciones físicas, composición de especies, diversidad estructural, funcionalidad del ecosistema e intercambios externos. Se tienen de tres a cinco parámetros por componente. Éstos se califican en un intervalo de cero a cinco para evaluar la recuperación.

### Relevancia y conclusiones

En la medida que logremos tener éxito en las técnicas que se están desarrollando para la producción de corales y en las acciones de restauración implementadas, podremos ir recuperando la estructura y la funcionalidad de los arrecifes coralinos. Así, se podrá restituir de manera paulatina los bienes y servicios ambientales que este ecosistema nos brindan.

Las intervenciones directas para incidir en la rehabilitación de los arrecifes coralinos en México se iniciaron apenas hace 15 años, debido a la necesidad de rescatar colonias de coral afectadas por eventos catastróficos como tormentas y huracanes, así como encallamientos. Estas actividades de atención urgente e inmediata fueron encaminando la necesidad de implementar acciones de restauración programadas y a largo plazo. Por este motivo, se empezó a trabajar con el establecimiento de viveros para realizar siembras de corales programadas, casi todas enfocadas únicamente en especies del género *Acropora*.

Ahora, se cuenta con técnicas diversas para la producción de corales, tanto por método de propagación clonal, como por reproducción sexual asistida, logrando identificar técnicas específicas y especializadas para producir y cultivar cada una de las especies, con base en la experiencia de su manejo previo. En una siguiente aproximación, se pretende implementar acciones de restauración híbrida para construir colonias de coral a partir del uso de estructuras artificiales recubiertas de placas de tejido de coral producido en acuarios a partir de microfragmentos. Se prevé que éstas podrán alcanzar tanto la talla como la madurez sexual mucho más rápido que en el medio natural.

También se visualiza que de ahora en adelante es necesario trabajar en esquemas de restauración integral. Es decir, con planes que implementen acciones sinérgicas para una más rápida y eficiente recuperación de la estructura y funcionalidad de las áreas arrecifales dañadas. Se trata de acciones que mantengan como base primordial la siembra de colonias de coral, reforzadas con acciones encaminadas a maximizar su sobrevivencia y crecimiento, como puede ser el control del crecimiento excesivo de algas.

Un tema de crucial importancia para atender el reto de la restauración de los arrecifes en el futuro es el escalamiento. Éste es importante tanto en la producción de colonias como en la superficie de los sitios intervenidos. Para lograrlo con éxito, se requiere el uso de técnicas que sean rápidas y de bajo costo.

Por un lado, las técnicas de microfragmentación están resultando ser altamente efectivas para incrementar la producción de colonias en los acuarios; y de manera similar se pretende iniciar una técnica nueva para incrementar la superficie de los arrecifes intervenidos. Esta técnica consiste en realizar una multi-poda en campo, la cual implica que se destine una fracción de las colonias de coral que se han sembrado previamente en un sitio intervenido. De éstas se obtienen entre 5 y 10 nuevos fragmentos de los mismos genotipos que se siembran en áreas contiguas. La finalidad es expandir el área de intervención para obtener los mismos beneficios de incremento en cobertura coralina, rugosidad y heterogeneidad ambiental.

Finalmente, la visión global a futuro debe estar encaminada a diseñar una estrategia de

restauración. Dicha estrategia debe permitir establecer una red de áreas restauradas funcionales que sirvan como fuente de suministro de larvas y genoma para impulsar el restablecimiento natural de estos ecosistemas tan complejos.

## Referencias

- Conell, J.H. 1973. Biology and Geology of Coral Reefs. Population ecology of reef-building corals. En: *Biology I*. Vol. II. O.A. Jones y R. Endeand (eds.). Academic Press Inc., Nueva York, pp. 205-245.
- . 1976. Competitive interactions and the species diversity corals. En: *Coelenterate ecology and behavior*. G.O. Mackie (ed.). Plenum Press, Nueva York, pp. 51-58.
- Gardner, T.A., I.M. Côté, J.A Gill et al. 2005. Hurricanes and caribbean coral reefs: impacts, recovery patterns, and role in long-term decline. *Ecology* 86:174-184.
- Jordan-Dahlgren, E. y R.E. Rodríguez-Martínez. 2003. The Atlantic coral reefs of Mexico. En: *Latin American Coral Reefs*. J. Cortes (ed.). Elsevier, Amsterdam, pp.131-158.
- Kramer, P., M. McField, L. Álvarez et al. 2015. *Report Card for the Mesoamerican Reef 2015*. Healthy Reefs Initiative. En: <<http://www.healthyreefs.org/cms/front-page-2/mar-en-small/>>, última consulta: octubre 2018.
- Lirman, D. 2003. A simulation model of the population dynamics of the branching coral *Acropora palmata* Effects of storm intensity and frequency. *Ecological Modelling* 161:169-182.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- SEMARNAT y CONANP. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Protegidas. 2010. *Programa de acción para la conservación de las especies: Acropora (cuerno de ciervo Acropora cervicornis y cuerno de alce Acropora palmata) (PACE: Acroporas)*. En: <[http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/especies/pdf/pace\\_acroporas.pdf](http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/especies/pdf/pace_acroporas.pdf)>, última consulta: octubre 2018.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1992. *Introduction to tropical fish stock assessment Part I. Manual*. FAO Fisheries Technical Paper 306/1. FAO, Roma.

# Adaptación de ecosistemas costeros al cambio climático en áreas naturales protegidas de México con énfasis en la captura y reducción de emisiones de carbono en humedales

SEMARNAT. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental



## Introducción

El cambio climático es uno de los mayores desafíos de la actualidad. Los seres humanos y los países en todo el mundo estamos siendo afectados por sus impactos. Especialmente los países como México, son vulnerables a los impactos negativos del cambio climático. Ante este contexto, el Gobierno de México ha reconocido su alta vulnerabilidad y ha venido mejorando sus capacidades de adaptación. Esto se refleja tanto en la mejora de conocimiento técnico, cómo también en el diseño e implementación de políticas públicas a nivel nacional que promueven y apoyan los procesos de reducción de vulnerabilidad, considerando los distintos contextos ambientales, económicos y sociales del país.

Un ejemplo de lo anterior es la entrada en vigor de la Ley General de Cambio Climático (LGCC; Congreso de la Unión 2012). En ésta se instruyó la creación del Fondo de cambio climático (Fcc), el cual tiene el objetivo de captar y canalizar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internacionales, para apoyar la implementación de acciones para enfrentar el cambio climático. La misma ley, en su artículo 82 fracciones I y II, establece que, los recursos del fondo se destinarán a la implementación de acciones para la adaptación al cambio climático, atendiendo prioritariamente a los grupos sociales ubicados en las zonas más vulnerables del país y a proyectos que contribuyan simultáneamente a la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y la reducción de la vulnerabilidad incrementando a su vez el capital natural.

En este sentido, la Dirección General de Políticas para el Cambio Climático (DGPCC) de la SEMARNAT, como coordinadora y responsable del FCC, emitió una convocatoria para llevar a cabo el primer proyecto de Adaptación al cambio climático con co-beneficios en la captura y almacenamiento de carbono azul en 2014. Ésta se realizó en conjunto con el comité técnico del mismo fondo.

Como resultado del proceso de la convocatoria, el comité del FCC seleccionó en marzo de 2015 el proyecto presentado por Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable (ENDESU). Éste tiene el título Adaptación de ecosistemas costeros al cambio climático en áreas naturales protegidas de México: con énfasis en la captura y reducción de emisiones de carbono en humedales.

El proyecto en su fase de implementación se llevó a cabo de abril de 2015 al mes de julio de 2017, a cargo de ENDESU. Para ello, se contó con apoyo de la CONANP, ya que se desarrolló en tres áreas naturales protegidas que cuentan con la categoría de reservas de la biosfera: Sian Ka'an (Quintana Roo), La Encrucijada (Chiapas), y Marismas Nacionales (Nayarit).

En el proyecto también participaron instituciones académicas como ECOSUR-San Cristóbal de las Casas, CINVESTAV-Mérida y el Instituto de Ingeniería de UNAM, la asociación civil Mar Bermejo y el equipo de reducción de riesgo de desastres del PNUD. Otros participantes importantes fueron los habitantes de las comunidades, como pueblos indígenas, poblaciones mestizas y grupos de pescadores.

El proyecto fue integrado por tres componentes principales: a) implementación de medidas de adaptación al cambio climático; b) fortalecimiento de las capacidades de las comunidades costeras para la adaptación; y c) mejoramiento del conocimiento para la toma de decisiones preventivas. Dichos componentes se integraron por acciones particulares que respondieron a la problemática de vulnerabilidad ante el cambio climático, el contexto social y ambiental, así como estado actual del ecosistema de manglar de cada una de las áreas. Cabe destacar que las acciones de adaptación implementadas son resultado del proceso de diseño de los programas de adaptación al cambio climático (PACC) de cada una de las ANP.

Entre las actividades realizadas para el proyecto, se destacan las siguientes: a) restauración y reforestación de ecosistemas de manglar; b) diagnóstico del estado actual de las comunidades de dunas costeras; c) estrategia de restauración de las comunidades de dunas; d) restauración de flujos hídricos; e) diseño e instalación de señaléticas para la prevención de riesgos ante fenómenos hidrometeorológicos extremos; f) diagnóstico hidrosedimentario de humedales; g) limpieza y desazolve de canales, lagunas y esteros para la restauración de humedales; h) monitoreo de manglares y marismas; i) talleres de capacitación y cuantificación; y j) escenarios de captura y almacenamiento de carbono azul para las tres ANP.

### Acciones emprendidas

El proyecto adaptación y carbono azul tuvo dos grandes líneas de trabajo: a) implementar acciones de reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático; y b) cuantificar el potencial de almacenamiento del llamado carbono azul en los ecosistemas de manglar de las tres áreas.

El carbono azul es el carbono orgánico que captan y almacenan los ecosistemas costeros de manglar, pastos marinos y marismas. Estos ecosistemas cubren menos de 0.5% de la superficie marina mundial, pero captan carbono con una tasa anual de dos a cuatro veces mayor que la de los bosques tropicales maduros, y almacenan entre tres y cinco veces más carbono por área. Asimismo, representan más de 50% del total de carbono contenido en sedimentos oceánicos. Por otra parte, su cobertura vegetal disipa la energía de las olas, controla la erosión y amortigua los impactos del aumento del nivel del mar. Conservar estos ecosistemas costeros es una medida de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas (SEMARNAT 2018).

En este contexto y como se mencionó anteriormente, el proyecto tuvo tres componentes principales que fueron integrados por acciones particulares en cada una de las ANP. Cabe destacar que un elemento común en las áreas es la presencia del ecosistema de manglar, las cuales son zonas altamente vulnerables a los impactos del cambio climático. Por este motivo, el proyecto tiene impactos tanto de reducción de la vulnerabilidad, como de mitigación de GEI. A continuación, se presenta un breve resumen de la problemática atendida en cada una de las áreas y de las acciones particulares que se llevaron a cabo como parte del proyecto, así como de sus resultados (Carbajal-Borges *et al.* 2017).

### Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an

La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK) se ubica dentro de Quintana Roo entre los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Tulum, con una superficie de 528 147 ha. Sian Ka'an ha sido identificada como una zona prioritaria para la conservación de manglares y como altamente vulnerable a los impactos del cambio climático. Adicionalmente, esta reserva

alberga el segundo arrecife coralino más grande del mundo.

En la RBSK, en la zona conocida como El Playón existe una severa afectación del humedal costero derivada de la construcción de un camino de terracería que dividió en dos una microcuenca de la zona. El efecto de este camino fue la interrupción del flujo subsuperficial de agua ente el norte y sur de ese manglar. La consecuencia fue la modificación del hidroperíodo que derivó en la hipersalinización y muerte de árboles de manglar; actualmente la superficie afectada asciende a 450 ha.

Para contrarrestar la degradación, en el Playón se implementaron las siguientes actividades: a) se dio mantenimiento a 430 m de canales y pasos de agua bajo carretera, y se abrieron 10 nuevos canales; b) se rehabilitaron

1 358 m de canales secundarios (figura 1); c) se establecieron 1 125 centros de dispersión (CD; 750 con este proyecto y 375 con apoyo del Programa de conservación para el desarrollo sostenible; figura 2); d) 550 CD cuentan con propágulos dado que se acabaron las semillas; e) se hizo un muestreo para conocer la calidad del agua, se midió el pH, temperatura, salinidad y otras variables fisicoquímicas; y f) se midió la cantidad de carbono almacenado en zonas conservadas y restauradas de diferentes estratos.

Las condiciones actuales de esta zona se están recuperando para favorecer la regeneración natural de manglar. Por tal motivo, se recomienda extender las acciones de restauración, bajo el principio de éxito de las acciones de rehabilitación en el contexto de ingeniería ecológica, y a través de la rehabilitación de



Figura 1. Restauración de canales secundarios (vista aérea de la zona) en 2015. Foto: Jorge Herrera-Silveira.



Figura 2. Centros de dispersión y propágulos de manglar en 2017. Foto: Gloria Cuevas Guillaumin.

canales para mejorar la hidrología del sitio. Por ello, en proyectos de restauración ecológica el periodo mínimo de monitoreo se sugiere que sea de cinco años.

Asimismo, se realizó un diagnóstico sobre el estado actual del ecosistema de duna costera en la costa norte, centro y sur. Con la finalidad de conocer el estado de las dunas, se buscó determinar su vulnerabilidad ante el cambio climático, así como identificar estrategias para su conservación. Lo anterior se realizó llevando a cabo el reconocimiento de más de 200 puntos de verificación. En éstos se realizaron análisis de vegetación, microtopografía, infiltración, actualización de datos sobre infraestructura, y estado de degradación de playas y dunas, ya sea por acción de eventos hidrometeorológicos como de la acción humana. Con esa información se procedió al análisis de imágenes de satélite, con insumos de 1986 al 2015, para poder conocer el cambio del área en 30 años.

Como uno de los resultados más relevantes obtenidos de este estudio se destaca que las costas son muy dinámicas. Tanto la duna costera como las playas muestran varios cambios en los últimos 30 años. Por ejemplo, un evento hidrometeorológico provoca pérdida de playa en un área, pero ésta se gana en otra de manera intermitente y al azar. Por lo anterior, es importante el mantenimiento de dunas y el control de edificaciones irregulares sobre las mismas, ya que éstas provocan una disminución de la disponibilidad del material arenoso para ese proceso natural de pérdidas y ganancias en el área.

El estudio también permitió constatar el alto grado de vulnerabilidad de las poblaciones pesqueras establecidas en el área. Éstas son particularmente vulnerables en Punta Herrero, por ello deben hacerse estudios específicos y trabajar con la comunidad en la búsqueda de soluciones.

Adicionalmente, respecto a la vegetación endémica de las dunas y de acuerdo con los muestreos; se registraron 64 especies que corresponden a 32 familias de plantas en los diferentes estratos. Los estratos son asociaciones en los ocho tipos de comunidades vegetales identificados (dunas frontales, hierba y pastizal, matorral, selva de chital, bosque de casuarina, manglar, árboles de borde y cocal).

Asimismo, se identificaron tres especies consideradas como invasoras exóticas:

*Casuarina equisetifolia*, *Scaevola taccada* y *Terminalia catapa*. También se observó la presencia de *Morinda citrifolia*, mejor conocido como noni, en el límite sur de la reserva por lo que habrá que implementar una estrategia para su manejo y erradicación del área.

De manera paralela, también se identificaron cinco especies clasificadas en la NOM-059 (SEMARNAT 2010). Estas son: *Cedrela odorata* (Pr), tres especies de mangle *Rhizophora mangle* (A), *Laguncularia racemosa* (A), *Conocarpus erectus* (A) y la palma *Thrinax radiata* (A).

Asimismo, se realizó una evaluación de eventos hidrometeorológicos que han impactado de manera directa las dunas costeras como son los ciclones tropicales. Éstos son importantes para la identificación de áreas susceptibles a la erosión y deposición de sedimentos. Por ello, conocer su efecto permite realizar acciones y toma de decisiones en temas de prevención, restauración o conservación de zonas vulnerables a estos eventos naturales. Además, se reemplazaron tres señaléticas de la RBSK.

Derivado del diagnóstico, se tiene una propuesta de estrategia de restauración que se integra por un proceso metodológico y un listado de acciones de restauración. Entre éstas destaca la propuesta de reubicación de asentamientos humanos, de manera particular, para la zona de Punta Herrero que presenta una alta vulnerabilidad al aumento del nivel del mar. También se propone el mejoramiento de infraestructura para que ésta sea compatible al avance de la línea de costa. Otras propuestas son prevenir y corregir las causas que generan la erosión con el fin de frenarla, la protección y defensa del avance de la línea de costa o recuperar condiciones de playa antes de erosionarse, por mencionar algunas.

### Reserva de la Biosfera La Encrucijada

La Reserva de la Biosfera de La Encrucijada (REBIEN) se encuentra en el sur de México, la cual cuenta con una superficie de 144 868 ha y abarca seis municipios: Pijijiapan, Mapastepec, Acapetahua, Villa Comaltitán, Huixtla y Mazatlán. Esta ANP tiene distinciones internacionales y nacionales: Ramsar, región terrestre prioritaria, AICA, MAB-UNESCO (1987) y

área de importancia para la conservación de los murciélagos.

Sobre su problemática es importante destacar que el sistema lagunar al interior del ANP tiene un acelerado proceso de sedimentación, el cual afecta la integridad de los ecosistemas costeros y las actividades productivas. Los canales que se encuentran en este sistema son los encargados de conectar el agua que viene de las diferentes cuencas de la alta montaña con las lagunas al interior del ANP.

La restauración de canales puede mejorar la salud del sistema lagunar, y así reducir la cantidad de depósito de sedimento, mejorando las condiciones de oxigenación del agua. Esta última es de suma importancia para la biodiversidad acuática, además favorece la irrigación de los manglares. De este modo, con la restauración de los canales, se mantiene vivo el ciclo hidrológico que viene desde la alta montaña hasta su desembocadura en el mar, proveyendo a su paso de innumerables servicios ecosistémicos al ANP.

En esta ANP se realizaron actividades para la restauración de humedales (figura 3), en especial, enfocadas a los canales. Se trabajó en un total de 84 km de canales, lo que se traduce en 840 ha de manglar restauradas. El área trabajada fueron tres sitios prioritarios de los sistemas lagunares de Chantuto-Panzacola, Pereyra y Carreta.

De manera paralela, se llevó a cabo una brigada de limpieza en los canales de ocho comunidades: ejido Salto de Agua, Las Palmas, ejido Tzinacal, ranchería Topón, Las Lauras, Río Arriba, Barra Zacapulco, El Castaño y Ejido

Emiliano Zapata. En promedio se atendieron 8 km de cada comunidad.

Además, se realizaron talleres comunitarios sobre la importancia en la restauración hidrológica en escenarios de cambio climático y el uso de herramientas para la limpieza de canales. En el ejercicio del presupuesto del proyecto hubo un sobrante que fue utilizado para retirar 4 400 kg de los canales y zonas aledañas.

También se realizó un diagnóstico hidro-sedimentario para definir acciones para la reducción de la vulnerabilidad del sistema lagunar de la REBIEN, debido a la importancia de los escurrimientos de agua y sedimento al interior de la reserva. El sistema lagunar ha presentado una continua sedimentación al interior de sus lagunas, por el continuo aporte sedimentario de los ríos.

El objetivo principal del estudio se ha enfocado en caracterizar las condiciones climáticas de las cuencas de la reserva. Por ello, se buscó estimar el sedimento que ha ingresado al sistema lagunar durante el periodo de estudio de 1980 a 2015.

Los resultados que se han obtenido demuestran que el sistema se encuentra en un estado de sedimentación progresivo natural, pero sensible al cambio climático y a las actividades de origen antrópico. El sistema lagunar ha presentado una continua sedimentación al interior de sus lagunas, debido al continuo aporte sedimentario de los ríos.

Se han identificado causas de la sedimentación, por ejemplo, la minería es una actividad que contribuye como fuente de sedimentos, además de contaminación. Por otro lado, la



Figura 3. Rehabilitación en esteros y esterillos con regeneración natural. Foto: ENDESU.

deforestación de la zona alta de las cuencas también influye, pues éstas tienen un gran potencial de generación de sedimento. El sistema también se ve afectado por la rectificación de ríos, lo que puede acelerar la velocidad con sedimentos en la cuenca media, y el dragado erróneo o la construcción de tarquinas en lagunas.

Para continuar con acciones de conservación y manejo, es necesario reconocer el riesgo que implica que las lagunas disminuyan su capacidad hidráulica. El riesgo principal es la disminución de los bienes y servicios ecosistémicos, como la captura de carbono azul. La principal recomendación que se desprende de este diagnóstico es el manejo integral de la cuenca media y baja.

El manejo adecuado potenciará la resiliencia del sistema ante las presiones del cambio climático. En este sentido, parte de las actividades para esta ANP fue la fabricación e instalación de 17 señaléticas para 13 comunidades con información específica sobre cambio climático (figura 4). Como parte de esta actividad, se llevaron a cabo conferencias informativas acerca de la vulnerabilidad de las comunidades ante el cambio climático y la importancia de contar con información para la toma de decisiones (en este caso señaléticas). Adicionalmente, se organizaron brigadas de instalación, se distribuyeron materiales de difusión como gorras y playeras alusivas al proyecto.

### Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales

La Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit (RBMNN) se encuentra en la costa del océano Pacífico. Cuenta con una superficie de 133 854 ha y se integra por cinco municipios: Santiago Ixcuintla, Tecuala, Tuxpan, Acaponeta y Rosamorada.

La RBMNN cuenta con diferentes distinciones internacionales y nacionales: área de hibernación en México de aves migratorias (DUMAC), región terrestre prioritaria (CONABIO) y AICA. Esta área es reconocida por ser el sistema de humedales de mayor relevancia en México, ya que abarca 20% del total de ecosistemas de manglar del país.

En la reserva se realizaron acciones de restauración en un sitio que presenta una zona de manglar con daño moderado. Éste es un



Figura 4. Ejemplos de la señalética colocada en las comunidades. Fuente: SEMARNAT.

polígono de 9 600 ha en la planicie de inundación de los límites del ejido Francisco Villa y San Miguel en el municipio de Rosamorada. Para ello, primero se evaluaron los mapas de flujos naturales que determinan intercambio hidrosedimentario y el establecimiento de los propágulos de manglar. Este análisis permitió estimar la posibilidad de restaurar 45 ha de manglar (figura 5), lo cual se logró a través del desazolve de 4.5 km de canales (10 primarios y 18 secundarios) y la construcción de 16 tarquinas. También se realizaron talleres de educación ambiental con niños y adultos (figura 6) y se capacitaron monitores comunitarios (figura 7).

Asimismo, se fabricaron señaléticas para 10 comunidades con información específica sobre cuestiones de cambio climático, aunado a mapas derivados del atlas de riesgo. Las señales se colocaron en seis ejidos que se encuentran al interior de la reserva (figura 8).

Además, se implementó un proyecto para desarrollar el atlas de riesgo de 14 comunidades

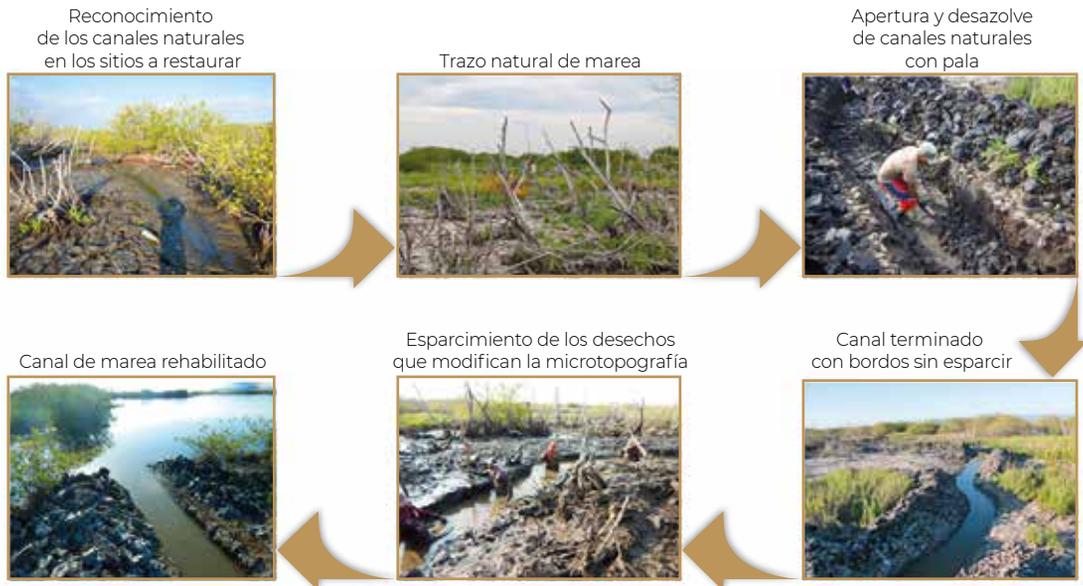


Figura 5. Desarrollo de las obras de conservación.



Figura 6. Talleres comunitarios. Fotos: CIIE Mar Bermejo S.C.



Figura 7. Capacitación de monitores comunitarios de carbono azul. Foto: CIIE Mar Bermejo S.C.

y el plan de contingencias de dos. Éstas pertenecen a cinco ejidos comprendidos entre El Palmar de Cuautla y Toro Mocho en el municipio de Santiago Ixcuintla, pertenecientes a la zona de amortiguamiento e influencia de la RBMNN.

Los atlas de riesgo son una herramienta de apoyo, para la implementación de estrategias de mitigación de riesgos de desastres y adaptación al cambio climático. Esas estrategias están orientadas a eliminar y reducir el riesgo por el incremento de las amenazas asociadas a eventos hidrometeorológicos extremos como ciclones tropicales, lluvias extremas e inundaciones. Este ejercicio requirió la participación



Figura 8. Señalización al interior de la reserva.

de la comunidad, la cual se logró a través de talleres participativos e informativos.

### Relevancia y conclusiones

El proyecto benefició de manera indirecta a 2 210 personas (1 238 mujeres y 972 hombres) en las tres ANP, a través de la contratación de jornales para el desarrollo de actividades de restauración. Además, en las comunidades se capacitó a los habitantes en el tema de carbono azul y actividades de restauración. El resultado fue que los habitantes apropiaron el proyecto, lo que incrementa las posibilidades de que exista continuidad en algunas de las actividades.

Adicionalmente, se contó con un taller de intercambio de lecciones aprendidas y definición de pasos a seguir. En éste se tuvo oportunidad de que cada equipo de trabajo de las tres áreas intercambiara información

y experiencias en el marco del proyecto. Este taller se realizó en el mes de julio de 2017 y en total asistieron 43 personas de 13 instituciones y tres comunidades. La distribución de los asistentes fue la siguiente: 14 personas de la administración pública federal (CONANP y SEMARNAT); seis personas representantes de comunidades de las tres ANP, nueve personas de organismos de cooperación (GIZ y PNUD); cuatro personas de instituciones académicas; cuatro personas de organizaciones de la sociedad civil (ENDESU y Mar Bermejo), y cinco consultores de GIZ. Del total de los asistentes, 65% son hombres y 35% mujeres.

Se considera que el proyecto alcanzó los objetivos planteados y rebasó las metas que se habían programado en su propuesta inicial. Las principales lecciones aprendidas en términos generales se presentan a continuación:

- Se requiere continuar financiando la implementación de medidas de adaptación en el territorio que, además, consideren una fase de financiamiento de monitoreo y evaluación de los resultados.
- Es importante considerar la implementación, el monitoreo y la evaluación de proyectos con visión de largo plazo (los procesos de adaptación al cambio climático requieren de tiempo). Éstos deben ser integrales y vinculantes, planteados desde una perspectiva de cuenca hídrica y con un enfoque de paisaje.
- Se tuvo la oportunidad de tener un taller de intercambio de resultados del proyecto entre actores clave de las tres ANP, con el cual se logró identificar y documentar buenas prácticas, lecciones aprendidas y promover futuros intercambios en línea con los compromisos de la contribución nacionalmente determinada de México (NDC, por sus siglas en inglés).
- Es de suma importancia promover la difusión de resultados al interior de las ANP y fuera de ellas (incluyendo el comité técnico del FCC), con la finalidad de promover el diseño e implementación de proyectos similares.
- Se identifica como prioritario continuar con capacitación continua, integral a todos los sectores de la comunidad, niñas, niños y adultos.
- Se considera importante que el monitoreo de carbono en las cuencas se realice por parte de las comunidades.



Éste es el primer proyecto financiado por el FCC en materia de adaptación al cambio climático con co-beneficios en mitigación de gases de efecto invernadero, de manera particular en el tema de carbono azul. Este proyecto responde a las metas y objetivos planteados en los instrumentos de política nacional de cambio climático. Se prevé contar con apoyo para una segunda fase para monitorear y evaluar el impacto, y avance de las acciones emprendidas por el proyecto.

Por otra parte, se cuenta con herramientas de comunicación como el video del proyecto en su versión en español e inglés que tiene como objetivo difundir el proceso y los resultados del proyecto.<sup>1</sup> En particular, la finalidad es sensibilizar e inspirar a otros actores estratégicos a implementar acciones en materia de adaptación y carbono azul en otros sitios prioritarios del país, en términos de importancia biológica y vulnerabilidad al cambio climático.

## Referencias

- Carbajal-Borges, P., I. Castillo-Cruz, M. Delgadillo et al. 2017. *Informe final del proyecto Adaptación y carbono azul*. México (inédito).
- Congreso de la Unión. 2012. *Ley General de Cambio Climático*. Publicada el 6 de junio de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de julio de 2018.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación.
- . 2018. *La importancia del Carbono Azul*. En: <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249455/Carbono\\_azul.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249455/Carbono_azul.pdf)>, última consulta: enero 2019.

---

<sup>1</sup> Videos disponibles en: oin Optivisora. Adaptación y Carbono Azul. <[https://www.youtube.com/watch?v=\\_VA\\_X0nQZIE](https://www.youtube.com/watch?v=_VA_X0nQZIE)> y <[https://www.youtube.com/watch?v=DZzy\\_tdAFT0](https://www.youtube.com/watch?v=DZzy_tdAFT0)>.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA**

# Fortaleciendo la resiliencia de áreas naturales protegidas a través del diseño e implementación de programas de adaptación al cambio climático

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas)

Metas de Aichi



ENBIOMEX



ODS



## Introducción

Las áreas naturales protegidas representan una oportunidad para la conservación del patrimonio natural de México, el fortalecimiento de la economía y el aumento del bienestar humano, a partir de una gestión adecuada de sus recursos naturales. Sin embargo, la variación de las condiciones hidrometeorológicas causadas por el cambio climático, como los cambios en los patrones de temperatura, precipitación y de eventos hidrometeorológicos extremos (huracanes y tormentas tropicales), impactan cada vez más en los ecosistemas que las áreas resguardan, y a las comunidades humanas que dependen de sus servicios ecosistémicos.

Las ANP son consideradas soluciones naturales al cambio climático, debido a que contribuyen a la captura y almacén de carbono (mitigación) y brindar servicios ecosistémicos de protección (adaptación). Los cambios en el clima también hacen vulnerables a las ANP, alterando su capacidad de proteger la biodiversidad y de proveer activos y servicios. Por lo anterior, es preciso hacer una buena identificación de estrategias de adaptación al cambio climático que disminuyan su vulnerabilidad e incrementen su resiliencia.

En este contexto, la CONANP promueve el desarrollo y la implementación de programas de adaptación al cambio climático (PACC). Éstos se implementan en ANP, sus zonas de influencia y en regiones prioritarias para la conservación.

Los PACC son diseñados bajo el enfoque de adaptación basada en ecosistemas (AbE)

y reducción del riesgo de desastres basada en ecosistemas (ECO-RRD). La AbE propone utilizar a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia de adaptación integral y amplia, que sea costo-efectiva y que reduzca la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas a los impactos del cambio climático. Por su parte, la ECO-RRD busca reducir los riesgos y daños posibles por los impactos del cambio climático, a través del uso de la biodiversidad.

En este contexto, el diseño metodológico creado para la elaboración de los PACC fue concebido para identificar, sustentar y guiar la implementación de medidas de adaptación, y fomentar esquemas de gobernanza que permitan una articulación con actores clave del territorio. El proceso de diseño integra información sobre tendencias climáticas, escenarios climáticos, impactos observados y esperados

del cambio climático en los objetos de conservación socio-ambiental (OCSA),<sup>1</sup> así como estrategias innovadoras junto con buenas prácticas existentes, que estén dirigidas a contrarrestar los detonantes de la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia del socioecosistema.

### Acciones emprendidas

El diseño e implementación de los PACC es una línea de trabajo identificada en la Estrategia de cambio climático desde las ANP (CONANP 2015), en su componente gestión del territorio en un contexto de cambio climático. Éste tiene como objetivo recuperar la conectividad de los ecosistemas prioritarios e incrementar la representatividad, incidiendo en las pautas de sustentabilidad, a partir del manejo integrado de paisajes, en un contexto de cambio climático.

Desde 2014, los PACC se realizan con apoyo del proyecto Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático, conocido como Resiliencia. Éste es implementado por el PNUD y ejecutado por la CONANP. Este proyecto ha permitido fortalecer el enfoque participativo de los PACC, así como la aplicabilidad del enfoque AbE. Con Resiliencia se han diseñado PACC para 19 áreas federales del país, agrupadas en nueve complejos de ANP.

En 2011 inició el proceso de elaboración de los PACC en la CONANP, pero fue en 2017 que con el impulso del proyecto Resiliencia se fortaleció con la participación de los diversos actores en el territorio: el sector público y privado, representantes comunitarios y del sector productivo, instituciones académicas y de investigación, y organizaciones civiles. Esto ha permitido llevar a cabo un diseño y planificación participativa, en donde se identifican las vulnerabilidades sociales y ecosistémicas a nivel local y de paisaje y ecorregión. El involucramiento de actores en la construcción de los PACC, no sólo del sector ambiental, robustece la validez del instrumento e incrementa sus posibilidades para una efectiva implementación, pues fomenta buena gobernanza y la apropiación del instrumento (figuras 1-3).



Figura 1. Asistentes a taller comunitario realizado al margen del PACC Tehuacán-Cuicatlán.



Figura 2. Participación en taller comunitario realizado al margen del PACC Tehuacán-Cuicatlán.



Figura 3. Proceso participativo del diseño del PACC Tehuacán-Cuicatlán.

<sup>1</sup> Elementos clave del socio-ecosistema que tienen un papel relevante en la vulnerabilidad identificada.



El proceso de elaboración de los nueve PACC impulsados por Resiliencia, incluye más de 60 talleres participativos, que involucraron a más de dos mil personas de diferentes sectores. Entre los objetivos de los talleres participativos están: a) conformar grupos de trabajo; b) identificar medios de vida de las comunidades; c) identificar amenazas climáticas y sus impactos a nivel local y regional; d) realizar análisis de vulnerabilidad al cambio climático; y e) diseñar medidas de adaptación al cambio climático, entre otros.

La participación de los distintos sectores de la sociedad no es exclusiva a las etapas de diseño de los programas. Actualmente, el proceso de elaboración de los PACC ha abierto la posibilidad de diálogo y colaboración entre sectores para la ejecución y financiamiento de las medidas de adaptación identificadas en los talleres. Con ello, se ha logrado abrir vías para asegurar la corresponsabilidad en la implementación y continuidad de los programas en el largo plazo, lo que representa beneficios para la conservación de la biodiversidad de las ANP.

Como los PACC se desarrollan bajo el enfoque de AbE, el enfoque de género ha sido impulsado tanto en la construcción del instrumento, como en su diseño. De acuerdo con los principios de AbE, los procesos de adaptación deben realizarse de manera diferenciada, atendiendo a los sectores más vulnerables y las diferencias de género. Por lo que, algunas etapas del proceso de construcción de los PACC deben considerar esas diferencias. Por ejemplo, la etapa de identificación de vulnerabilidades sociales se realiza a través de talleres con ejercicios en donde se intenta captar la perspectiva masculina y femenina de manera desagregada.

En el proceso de construcción del PACC de las Grandes Islas del Golfo de California (PACC-RGI), el proyecto Resiliencia acompañó y complementó el PACC con un plan de acción de género y cambio climático. Éste tiene como objetivo orientar y facilitar la integración del enfoque de género en la implementación de las medidas del PACC-RGI.

Además, el proceso de construcción de los PACC incluye una etapa de diagnóstico y diseño comunitario con las poblaciones que habitan en las ANP y sus zonas de influencia, algunas de estas comunidades pertenecen

a grupos indígenas. Se ha considerado siempre su participación como parte fundamental en el aporte de conocimiento, cosmovisión y prácticas tradicionales, mismas que se busca queden reflejadas en el instrumento. Entre los principales logros se puede destacar:

- Elaboración de nueve PACC que incluyen 19 ANP federales, y un territorio más extenso que promueve la conectividad ecosistémica.
- Diseño de una metodología participativa para la construcción de un instrumento de adaptación, que puede ser replicada en otras ANP.
- Creación y fortalecimiento de espacios de gobernanza con la participación de actores clave de cada región, que incluyen a nuevos sectores.
- Pilotaje de un proceso de planificación de medidas de adaptación al cambio climático, a nivel de paisaje y ecorregión, que está ajustado para incluir las lecciones aprendidas y buenas prácticas.
- Valorización de estrategias de AbE, en un contexto institucional de país.
- Transición de un instrumento de política pública para la reducción de la vulnerabilidad climática enfocado en especies prioritarias, a un instrumento de planificación continua con enfoque en desarrollo humano que incluye estrategias de gestión integral del territorio.
- Fortalecimiento de capacidades en temas de adaptación, reducción del riesgo y cambio climático de los manejadores de ANP, comunidades locales, gobiernos locales, consultores y universidades.
- Reconocimiento de las ANP como soluciones naturales para proteger a la biodiversidad y a las comunidades amenazadas por el cambio climático.
- Establecimiento de línea base para el manejo efectivo de las ANP en contexto de cambio climático.

### Relevancia y conclusiones

- La participación social es fundamental para que el proceso de adaptación al cambio climático sea exitoso y continúe en el mediano y el largo plazo.
- El involucramiento de los tres órdenes de gobierno y la participación de los distintos sectores favorece la construcción de una

visión común para la adaptación al cambio climático, asegurando que los PACC incluyan un enfoque territorial. Además, lo anterior facilita la apropiación de las medidas de adaptación.

- El enfoque de género en la etapa de diagnóstico de vulnerabilidad social de los PACC, rescata las múltiples visiones para el manejo territorial, fortalece capacidades y permite el intercambio de información, lo que favorece la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático en el territorio.
- El enfoque AbE es la mejor manera para promover a las ANP como soluciones naturales ante el cambio climático y es un punto de entrada en la planeación para la adaptación con otros actores.
- Los diagnósticos de vulnerabilidad al cambio climático son la base para los procesos de diseño de los PACC.
- La participación de la academia en el proceso de adaptación al cambio climático fortalece y promueve confianza en la toma de decisiones de los actores.
- La necesidad de fortalecer la capacidad adaptativa institucional y la transparencia en el uso de la información, son los principales elementos en la reducción de la vulnerabilidad.
- El desarrollo de instrumentos de planificación al cambio climático debe realizarse para escalas territoriales de paisaje, pero considerando las vulnerabilidades a nivel local.

### Referencias

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2015. *Estrategia de cambio climático desde las áreas naturales protegidas: una convocatoria para la resiliencia de México (2015-2020)*. SEMARNAT, México.