

MANUAL DE RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS CON MANGLE ROJO

Una medida de adaptación ante efectos del
cambio climático en Laguna San Ignacio



Manual de restauración de ecosistemas con mangle rojo:

Una medida de adaptación ante efectos del cambio climático en Laguna San Ignacio, Baja California Sur.

Coordinación Institucional:

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) - Proyecto Resiliencia-
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - Reserva de la Biosfera El Vizcaíno
- COSTASALVAJE, A.C.

Créditos fotográficos:

COSTASALVAJE, AC., Miguel Ángel de la Cueva y Zaira Peña.

Primera edición, abril, 2020.

Impreso en Ensenada, Baja California, México.

Agradecimientos:

A los miembros de la Sociedad Cooperativa Mujeres del Delgadito, por compartir sus conocimientos y experiencia en acciones de restauración de los ecosistemas de manglar; la participación e interés de los habitantes de las comunidades: La Bocana, Punta Abrejos, Campo Pachico, Campo La Base, El Cardón, La Escuelita y El Dátil.

Forma de citar:

Manual de restauración con mangle rojo: Una medida de adaptación ante efectos del cambio climático en Laguna San Ignacio, Baja California Sur.

Derechos Reservados © 2020

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Montes Urales 440, Col. Lomas de Chapultepec,
Del. Miguel Hidalgo, C.P.11000, Ciudad de México.

Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac I Sección,
Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11320, Ciudad de México, México.

Ni esta publicación ni partes de ella pueden ser reproducidas, almacenadas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso previo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Esta publicación fue realizada en el marco del proyecto 00087099 *Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las Áreas Protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el Cambio Climático*. El análisis y las conclusiones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva, ni de sus Estados Miembros.



Miembros de la
Sociedad Cooperativa
Mujeres del Delgadito



Grupo de trabajo
de El Dátil



Grupo de trabajo de
La Bocana y Punta Abrejos



Grupo de trabajo
de la Escuelita,
El Cardón y La Base



Parche de manglar en el Estero El Cardón, Laguna San Ignacio

Índice

Prólogo	7
1. Introducción	9
1.1. Funciones ecosistémicas de los manglares	11
1.2. Servicios ecosistémicos de los manglares	12
1.3. Antecedentes	13
1.4. Justificación	17
2. Los manglares y las acciones de manejo en la ReBiVi	19
2.1. Distribución	19
2.2. Estructura de los manglares	21
2.3. Acciones de manejo	23
3. Características del mangle rojo	25
3.1. Descripción	25
3.2. Reproducción y madurez de propágulos	27
4. Implementación de proyecto de restauración	29
4.1. Planeación de actividades	29
4.2. Plan de trabajo	31
4.3. Permisos	32
5. Procedimiento de siembra	35
5.1. Técnica de siembra directa	36
5.1.1. Adquisición de equipo y herramientas de trabajo	37
5.1.2. Selección del sitio de siembra	41
5.1.3. Delimitación del sitio de siembra	44
5.1.4. Monitoreo de la madurez de propágulos	45
5.1.5. Colecta de propágulos	46
5.1.6. Siembra de propágulos	48
5.1.7. Mantenimiento y seguimiento de la siembra	51
5.2. Éxito de sobrevivencia	54
5.3. Consideraciones de la implementación	55
6. Documentación de actividades	57
7. Marco legal: ¿Quién protege los manglares?	59
8. Bibliografía citada	61
9. Referencias bibliográficas	63

Prólogo

En el marco del proyecto *Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las Áreas Naturales Protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático* conocida también como *Resiliencia*, esfuerzo conjunto del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es mejorar la gestión y expandir estratégicamente la cobertura de las áreas protegidas para atenuar los impactos directos e indirectos del cambio climático en la biodiversidad.

Acontece este manual comunitario que documenta la técnica de siembra directa de propágulos de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), puesta en práctica por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Mujeres del Delgadito en Laguna San Ignacio, al suroeste de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (ReBiVi). El objetivo de éste es contribuir con las medidas de mitigación y adaptación del ecosistema de manglar ante el cambio climático.

Este manual se elaboró con la colaboración del C. David Borbón Ramírez, habitante del Campo Pesquero El Delgadito, quien en el año 2016 formó la sociedad cooperativa de mujeres. Este grupo ha trabajado para beneficiar más de 100 hectáreas de manglar con acciones de restauración con mangle rojo en el Estero El Delgadito y han compartido para la elaboración del presente, sus conocimientos y experiencia en la implementación de dicha acción.

Su colaboración es ejemplo de apertura comunitaria para compartir sus conocimientos adquiridos y experiencias en la práctica de restauración de manglares. Un mecanismo que construye alianzas con diferentes actores y comunidades, aporta en la replicabilidad de la iniciativa y fortalece las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en beneficio de los ecosistemas y comunidades costeras de la región de Laguna San Ignacio.

Manglares del Estero El Dátil, sur de Laguna San Ignacio

1. Introducción

El cambio climático representa una amenaza para la biodiversidad y la permanencia de sus servicios ecosistémicos. La región de Laguna San Ignacio es particularmente susceptible a las alteraciones generadas por los efectos del cambio climático, se encuentra expuesta al incremento del nivel medio del mar, cambios en la temperatura del mar, modificaciones en la ocurrencia de huracanes y tormentas, modificaciones del flujo hidrológico, pérdida de cobertura vegetal por la presencia de mareas inusuales y cambios en la distribución de especies nativas, residentes y migratorias.

Los ecosistemas de manglar, también llamados manglares, juegan un papel primordial para mitigar los efectos del cambio climático. Es por ello que dentro de las estrategias de protección de los recursos naturales de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, es prioritario implementar acciones de manejo y conservación para favorecer su capacidad de adaptación ante las amenazas climáticas.

Los manglares están compuestos por un conjunto de especies vegetales que toleran altas concentraciones de sal y variaciones en los niveles de inundación de mareas. Se ubican en regiones costeras, generalmente en zonas intermareales de esteros, lagunas y desembocaduras de arroyos.

Son ecosistemas altamente productivos que brindan servicios ecosistémicos a las comunidades humanas. Promueven el abastecimiento de recursos marinos y mantienen las cooperativas pesqueras y acuicultoras de la región; ayudan en la fijación de nutrientes en el suelo marino, lo que favorece la crianza de peces, moluscos y crustáceos; mitigan inundaciones causadas por tormentas y huracanes; producen grandes cantidades de oxígeno con lo que regulan el clima local y aportan un valor estético y recreativo a los servicios turísticos que se ofrecen.



Plantación de mangle rojo, Estero El Delgadito, Laguna San Ignacio

Los manglares se consideran grandes sumideros de carbono. Se estima que pueden absorber y almacenar hasta cinco veces más carbono que los ecosistemas terrestres. Esto se debe a que producen altas cantidades de hojas que absorben dióxido de carbono, que al caer, un gran número de ellas se quedan atrapadas entre las raíces, formando capas de materia orgánica en el fondo marino, donde se almacena el dióxido de carbono durante años, incluso siglos.

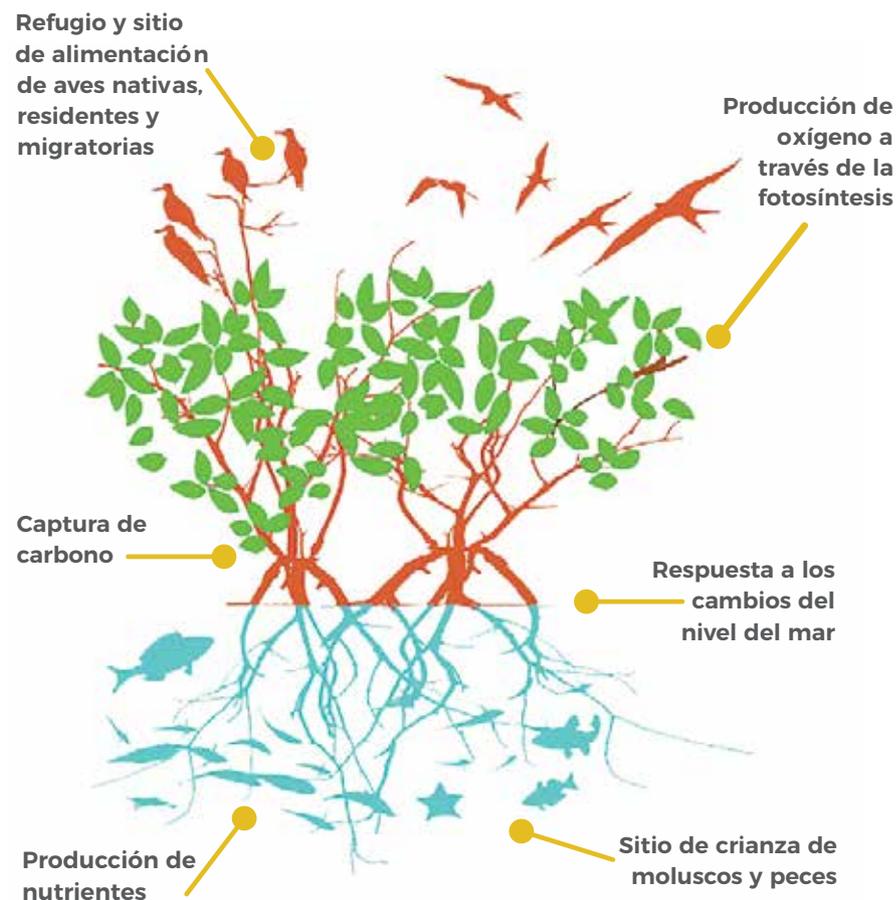
Para mantener el manglar en buen estado de conservación es indispensable la colaboración de los habitantes de las comunidades costeras en acciones de manejo y restauración. Es por ello que el presente manual es una herramienta que busca fortalecer las capacidades técnicas de los habitantes de la región de Laguna San Ignacio en acciones de restauración de manglares, a través de la exposición de un procedimiento para implementar una técnica de siembra directa de propágulos de mangle rojo sin grandes inversiones en infraestructura y uso de agua dulce, con la cual se pretende enfrentar las amenazas climáticas y garantizar la permanencia de los servicios ecosistémicos que los manglares proporcionan, promoviendo mecanismos de gobernanza que propicien la participación equitativa de mujeres y hombres en las labores de restauración de ecosistemas claves del área protegida.



1.1. Funciones ecosistémicas de los manglares

Las funciones ecológicas son los procesos naturales que desempeñan en conjunto las especies que viven en los manglares. Gracias a éstas, los manglares tienen la capacidad de recuperarse de los impactos derivados del cambio climático.

Las principales funciones de los manglares incluyen:



1.2. Servicios ecosistémicos de los manglares

Los servicios ecosistémicos o ambientales son los beneficios naturales que brindan los ecosistemas de los que dependen las comunidades humanas. En la región de Laguna San Ignacio se identifican los siguientes:



1.3. Antecedentes

En el marco del mismo proyecto Resiliencia se desarrolló durante 2017-2019 el Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, una estrategia para revalorizar las Áreas Naturales Protegidas y puntualizar que estas son soluciones naturales de adaptación y mitigación al cambio climático, gracias a los servicios ecosistémicos que generan. El PACC busca ser un instrumento de planificación que sustenta y guía la implementación de medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de la población que habita en las Áreas Naturales Protegidas y sus zonas de influencia.

En el PACC de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno se identifican tres objetos de conservación socioambientales (OCSAs), que son: 1) mares y costas, 2) llanos y 3) sierras, los cuales presentan niveles altos y moderados de vulnerabilidad a factores de presión climática, como el incremento de la temperatura y nivel medio del mar y cambios en los patrones de lluvias e intensidad de tormentas y huracanes.

En la Reserva de la Biosfera los manglares son ecosistemas claves para asegurar la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales para actividades productivas de alta relevancia, como la pesca y el turismo.

Para su conservación propone implementar acciones de adaptación basadas en ecosistemas como medidas estratégicas de adaptación al cambio climático. Sugiere una visión basada en la ciencia que garantice la conectividad ecosistémica del territorio protegido y la promoción de mecanismos de gobernanza que propicien la participación equitativa de mujeres y hombres en las labores de restauración.

Bajo esta visión, se ha documentado que en la última década en la región de Laguna San Ignacio se han realizado diversos esfuerzos de restauración comunitaria de manglares. Por ejemplo,

habitantes del ejido Luís Echeverría Álvarez, han producido plántulas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) bajo condiciones de invernadero, con resultados positivos pero altos costos de implementación, realizaron grandes inversiones en infraestructura y uso de agua dulce, recurso muy escaso en la región.

Por otro lado, en el año 2011, el C. David Borbón Ramírez, habitante del campo pesquero El Delgadito, inició la germinación de propágulos de mangle rojo con el propósito de reforestar sitios donde observó afectaciones en el manglar. Experimento diferentes procedimientos que demandaran el uso de poca agua dulce.

Años más tarde, identificó que la siembra directa de propágulos de mangle rojo es una técnica de reforestación que no implica grandes inversiones en infraestructura y uso de agua dulce y que demanda un menor esfuerzo de trabajo con resultados positivos en germinación y sobrevivencia.

Para el año 2013, con subsidios del Programa de Vigilancia Comunitaria (PROVICOM) en las Áreas Naturales Protegidas de la CONANP, el C. David Borbón y un pequeño grupo comunitario realizaron un primer ejercicio de reforestación con mangle rojo, adaptado para las condiciones ambientales del Estero El Delgadito. Para el año 2014, a través del Programa de Empleo Temporal (PET), sembraron 10,000 propágulos de mangle rojo en cinco hectáreas, reportando resultados positivos de germinación y sobrevivencia.

Dos años después, el grupo de trabajo comunitario se fortalece y forman la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera *Mujeres del Delgadito* S.C. de R.L. de C.V. con el objetivo de desarrollar proyectos productivos alternativos, con visión de sustentabilidad y protección del medio ambiente, incluyendo la ejecución de proyectos de reforestación de manglares.

Durante los años 2017 y 2018, realizan proyectos de restauración de manglares con mayor impacto. Siendo beneficiarios del Programa de Conservación para el Desarrollo Sustentable

(PROCOCODES) de la CONANP, beneficiaron 29 ha y 63 ha de manglar, respectivamente, con resultados del 95% de sobrevivencia.

Considerando las estrategias de adaptación para reducir la vulnerabilidad climática de los manglares de la región de Laguna San Ignacio y la experiencia de actores comunitarios, en el periodo 2019-2020, como parte del proyecto resiliencia, COSTASALVAJE, A. C. en coordinación con la Sociedad Cooperativa Mujeres del Delgadito, reforestaron 20 ha de zonas intermareales del estero El Delgadito, aplicando la técnica de siembra directa de propágulos de mangle rojo desarrollada por habitantes del Campo Pesquero El Delgadito.

Resultado de la experiencia de restauración de manglares en la región de Laguna San Ignacio, se elabora el presente manual comunitario que documenta los procedimientos de la técnica de siembra directa de propágulos de mangle rojo, sustentada en resultados positivos en la región. Es una herramienta de consulta que busca favorecer la replicabilidad de los esfuerzos de restauración y conservación de los ecosistemas de manglar en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, un mecanismo para fortalecer las medidas de adaptación que reducen la vulnerabilidad de las especies y ecosistemas clave ante factores de presión climática.





Manglares del Estero El Cardón, Laguna San Ignacio

1.4. Justificación

Un análisis socio-ambiental del estado de conservación de los ecosistemas de manglar de Laguna San Ignacio, identificó sitios con necesidades de manejo y fortalecimiento de las medidas de adaptación al cambio climático. Imágenes satelitales de los años 2015 al 2019, mostraron que los manglares de la región cubren una superficie de 3,727 hectáreas. En esta cobertura, el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) es la especie dominante en el 92% de la superficie (3,419.55 ha), el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en el 4% (151.74 ha), en tanto que el 4% restante de la cobertura (155.42 ha) es mangle mixto, donde se mezclan ambas especies y no es posible definir cuál es la dominante.

Se documentó que la cobertura del manglar ha sido poco impactada por actividades humanas. Se reporta un incremento anual de 0.09% de su superficie, a razón de un crecimiento promedio de 3 has por año; ganando terreno a dunas y salitrales que disminuyen en una tasa anual del 0.19% y 0.35%, respectivamente. No obstante, se describen zonas expuestas al oleaje y corrientes donde el manglar ha perdido cobertura por causas no identificadas.

Por otro lado, a través de la memoria social de habitantes de comunidades costeras de la región se identificó que los manglares han sido afectados por diferentes factores ambientales y sociales. Los habitantes reportan pequeños sitios de manglar dañados por fuertes tormentas tropicales y en menor medida, por cambios en el uso, como actividades recreativas, embarque y desembarque de productos de pesca ribereña e incluso por el establecimiento de infraestructura urbana, como los campos pesqueros que se asentaron en la ribera de la laguna durante la década de los años 1970's.

En la región de Laguna San Ignacio existen sitios con alto potencial para la colonización de manglares e implementar acciones de intervención para favorecer el crecimiento y formación de nuevas comunidades. Estos sitios se localizan en el Brazo Norte de la Laguna y los esteros La Bocana, El Cardón, El Delgadito y El

Dátil, son zonas intermareales que se encuentran en diferentes etapas de sucesión ecológica para formar nuevos bosques de manglar.

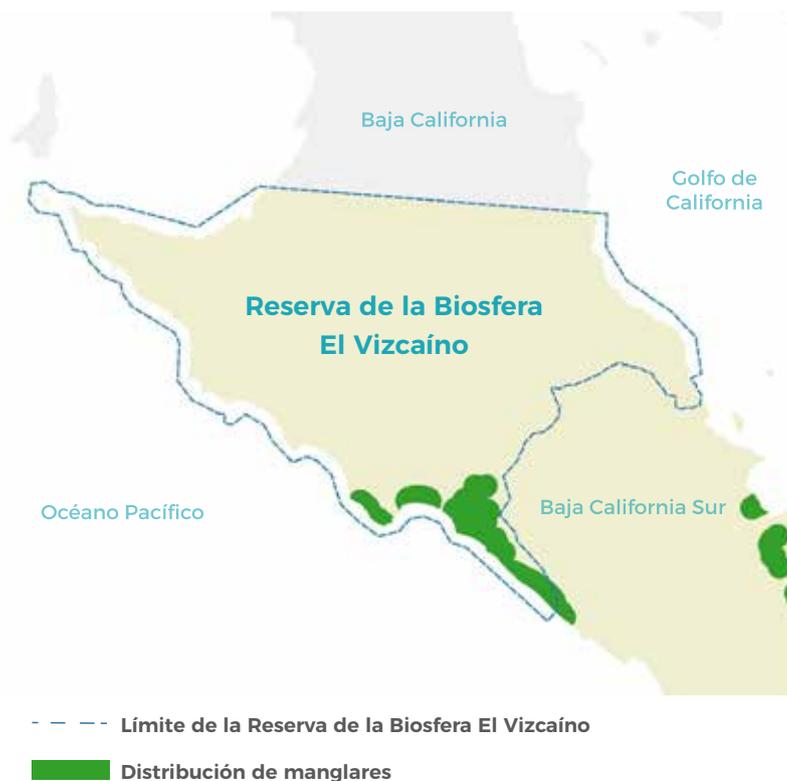
En virtud de lo anterior y considerando que los manglares de Laguna San Ignacio presentan una escasa superficie con dominancia de mangle rojo (sólo el 4% de la superficie total de los manglares), que es una especie amenazada según las categorías de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y es la especie de mangle con la que las comunidades costeras de la región tienen experiencia en acciones de manejo y reforestación, se elabora el presente manual de restauración con mangle rojo como una estrategia para fortalecer las capacidades técnicas de los habitantes y fomentar la replicabilidad de acciones de adaptación de los ecosistemas y las comunidades ante efectos del cambio climático.



2 . Los manglares y las acciones de manejo en la ReBiVi

2.1. Distribución

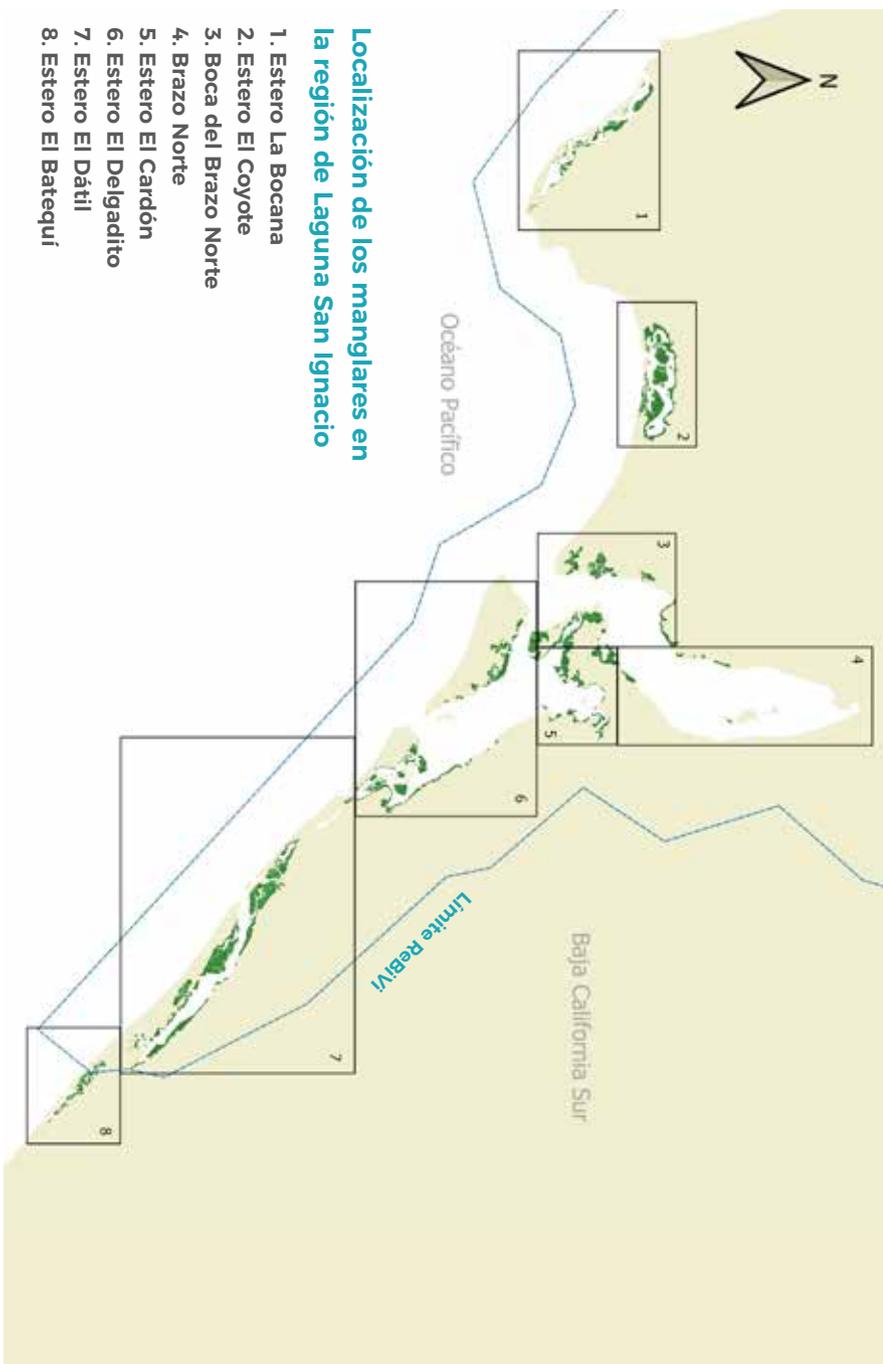
Los manglares de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno se encuentran en la porción suroeste, en la región de Laguna San Ignacio, ocupan una superficie de 3,727 hectáreas, de las cuales el mangle blanco domina en 3,419.55 ha y el mangle rojo en 151.74 ha; en la superficie restantes se mezclan ambas especies y no es posible definir una dominancia.



Mapa: información base CONABIO 2013

Localización de los manglares en la región de Laguna San Ignacio

1. Estero La Bocana
2. Estero El Coyote
3. Boca del Brazo Norte
4. Brazo Norte
5. Estero El Cardón
6. Estero El Delgadito
7. Estero El Dátil
8. Estero El Batequí



2.2. Estructura de los manglares

En los esteros y canales de la Laguna San Ignacio se observan conjuntos de árboles/arbustos de mangle con arreglos en forma de parches o franjas. En algunos de estos parches la dominancia del mangle blanco es cercana al 100%, la especie más abundante en la región.

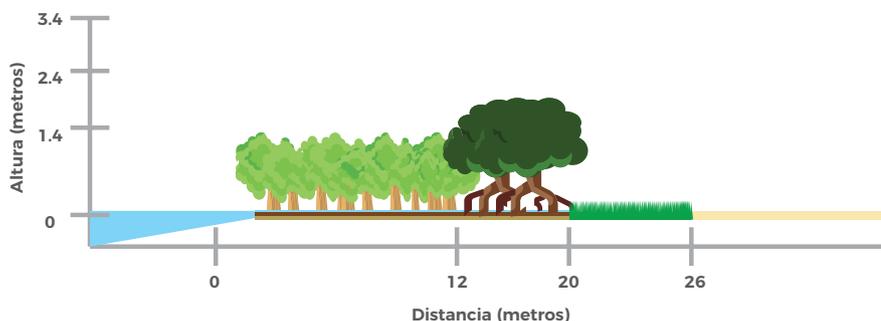


Parche de manglar en el Estero El Cardón, dominado por mangle blanco y ejemplares dispersos de mangle rojo

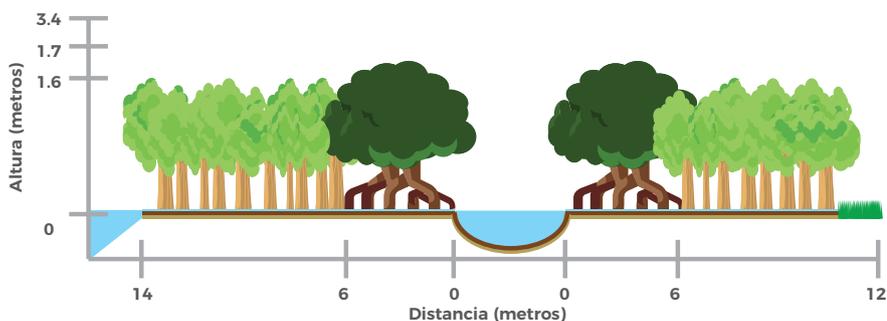


Franjas y parches de manglar en el estero El Coyote

En lugares donde se encuentran las dos especies, generalmente se presenta una primera franja de mangle blanco con una altura promedio de 1.4 m, luego mangle rojo con altura promedio de 2.4 m. Entre los árboles de mangle y el salitral con frecuencia hay una franja de praderas dominadas por *Batis* y *Salicornias* (especies suculentas tolerantes a la salinidad).



También puede verse el mangle rojo bordeando canales con franjas menores a 10 m de ancho y por detrás, el mangle blanco y en sus bordes tierra adentro se observan praderas de herbáceas tolerantes a la salinidad.



Simbología



2.3. Acciones de manejo

El manejo de un ecosistema debe prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los impactos ambientales negativos. Con fundamento en la distribución de los manglares en la región de Laguna San Ignacio, las modificaciones registradas en el ecosistema y las experiencias de manejo que se han desarrollado en la Reserva de la Biosfera, se identifican acciones de manejo que aportan a la reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas de manglar ante los efectos del cambio climático, que son:

Acciones de reforestación: Acción de sembrar plantas en suelos donde antes había vegetación y fue removida, dañada o degradada.

En este manual se entiende que las acciones de siembra de propágulos de mangle rojo estarán dirigidas a implementar acciones de reforestación, como medida de manejo para compensar los impactos negativos de las actividades humanas y los efectos del cambio climático identificadas en los ecosistemas de manglar de la región de Laguna San Ignacio.



3. Características del mangle rojo

3.1. Descripción

Los manglares de Laguna San Ignacio, y en general de toda la Península de Baja California, poseen rasgos muy particulares que los distinguen de los del resto del país. Estas comunidades de manglares son consideradas chaparras que se desarrollan en un clima árido, con poca aportación de agua dulce y asociados a salitrales.

El mangle rojo es la especie menos dominante en Laguna San Ignacio, se distribuye en forma de pequeños mogotes o estrechas franjas e individuos dispersos que generalmente forman la primera línea de vegetación en la zona intermareal de los canales y esteros de la laguna.

Es una especie que se distingue de otros mangles por sus peculiares propágulos largos que cuelgan de sus ramas, localmente son conocidos como “*ejotes*”. Sus raíces son rojas y expuestas, en forma de zancos. Son árboles siempre verdes que se establecen en forma densa, en grupos cerrados que parecieran un solo individuo y en muchas ocasiones se observan mezclados con árboles de mangle blanco.



Plantación de mangle rojo en el Estero El Delgadito, sur de Laguna San Ignacio



Nombres comunes Mangle rojo | Mangle colorado | Árbol zancudo
Nombre científico *Rhizophora mangle*



Forma y copa

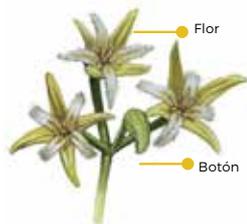
Arbustos o árboles achaparrados de copa redondeada, siempre verdes, con alturas entre 2m a 4 m.



Arreglo de hojas con floración

Hojas

Hojas tupidas en las puntas de las ramas, de 8 cm a 13 cm de largo por 1 cm a 5 cm de ancho, lisas, gruesas, de color verde oscuro.



Flor

Botón

Flores

Arreglo de 2 a 4 flores amarillas, de aproximadamente 1.5 cm de diámetro, con 4 pétalos cada una.



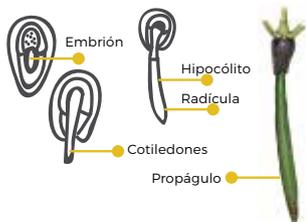
Cáliz

Fruto

Desarrollo del propágulo

Fruto

Baya color pardo, dura, de 2 cm a 3 cm de largo por 1.5 cm de ancho, cáliz persistente. Se desarrolla en semilla, rara vez dos por fruto.



Embrión

Hipocófito

Radícula

Cotiledones

Propágulo

Germinación de la semilla de mangle

Semillas

Germinal en el interior del fruto. Sale del fruto como propágulo, largo de color verde o café pardo en la parte inferior (punta), mide hasta 25 cm de largo.

Ilustración: Domínguez de la Torre/CONABIO.

3.2. Reproducción y madurez de propágulos



Formación de botones

Los botones de la flor aparecen en forma de cápsula, en parejas o en grupos de tres; pueden estar presentes todo el año pero son más comunes en verano-otoño.



Desarrollo de botón a cáliz

Los botones se abren en cuatro partes, estos serán el cáliz que soporte la flor.



Aparición de flores

La flor es blanca, con cuatro pétalos y ocho estambres en donde se produce el polen; pueden observarse desde finales de mayo hasta marzo.



Formación de frutos

Una vez que la flor ha sido polinizada, del centro crece el fruto; cuando el fruto comienza a crecer los pétalos se caen.



Desarrollo de los frutos

El fruto crece en forma de baya de color café amarillento, de 2 cm a 3 cm de largo y 2 cm de ancho.



Germinación

Dentro del fruto generalmente hay una sola semilla, pero pueden presentarse dos. La semilla germina dentro del fruto y sale en forma de propágulo.



Madurez del propágulo

El propágulo puede crecer hasta 40 cm de largo en zonas del sur de México, pero en Laguna San Ignacio es más corto, hasta 25 cm.

Cuando el propágulo tiene un anillo verde claro en el extremo superior y presenta un color pardo oscuro en el extremo inferior (punta) ha alcanzado su madurez, está listo para desprenderse con facilidad del fruto y caer del árbol.

La madurez de propágulos se presenta de finales de septiembre a marzo.

4. Implementación de proyecto de restauración

4.1. Planeación de actividades

Las acciones a corto, mediano y largo plazo de un proyecto de restauración se planean en función del periodo reproductivo de la especie, considerando la disponibilidad de propágulos. En el corto plazo, de enero a septiembre, se consideran las actividades que están enfocadas a planear y obtener los insumos y trámites del proyecto; en el mediano plazo, de agosto a marzo, las actividades de monitoreo de madurez y siembra de propágulos; y en el largo plazo, se contemplan reportes, monitoreo, evaluación y sistematización de lecciones aprendidas.

Las actividades y el calendario se deben ajustar a los alcances y tiempos comprometidos en cada proyecto. Por ejemplo, los programas de subsidios demandan una calendarización hasta el mes de diciembre. En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo de programación de actividades:

Acciones	Plazo	Fecha inicio*	Fecha final*	Estado
Planeación				
Formación de grupos de trabajo	Corto	dd/mm/aa	dd/mm/aa	En proceso / Completado
Establecer el objetivo del proyecto	Corto			
Presentar propuesta de proyecto a la ReBiVi	Corto			
Seleccionar sitios de siembra y colecta de propágulos, en colaboración con la ReBiVi	Corto			
Adquisición de herramientas de protección y de trabajo	Corto			

Cuadro ejemplo de programación de actividades, continuación...

Acciones	Plazo	Fecha inicio*	Fecha final*	Estado
Planeación				
Construcción y/o adquisición de balsas	Corto			
Formación de subgrupos de trabajo	Corto			
Ejecución de siembra				
Monitoreo de madurez de semilla	Mediano			
Colecta y siembra de propágulos	Mediano			
Supervisión de plantación y resiembra	Mediano			
Documentación				
Llenado de bitácoras	Largo			
Reporte de actividades	Largo			
Nota: *Las fechas de inicio y final de las acciones dependerán de las necesidades de cada proyecto				



4.2. Plan de trabajo

Una vez que se ha establecido la planeación del proyecto, las acciones de siembra requieren un plan de trabajo específico, con actividades claras y tiempos establecidos. Es indispensable asignar tareas a cada miembro del equipo y desarrollar un proceso de capacitación para fortalecer sus conocimientos e instruir a nuevos integrantes, para confiar en sus capacidades para desempeñar actividades asignadas.

En el cuadro siguiente se expone un ejemplo de plan de trabajo que contempla el seguimiento de actividades:

Tareas	Responsable	Fecha inicio*	Fecha final*	Estado
Actividades previas				
Junta de interesados	Nombre	dd/mm/aa	dd/mm/aa	En proceso / Completado
Propuesta de proyecto				
Tramitar autorización de la SEMARNAT				
Formación de equipos de trabajo y asignación de roles				
Cotización y compra de materiales y equipo				
Inicio				
Localización de árboles padre				
Preparación del sitio de siembra				
Desarrollo				
Colecta de propágulos				
Siembra de propágulos				
Seguimiento de la germinación				
Seguimiento				
Resiembra de propágulos				
Mantenimiento de la siembra				

4.3. Permisos

En México, los manglares son considerados especies en riesgo por la legislación. Es por ello que para implementar cualquier acción de manejo se deberán solicitar permisos a las autoridades correspondientes antes de iniciar actividades en campo. Los avisos y permisos para realizar actividades de restauración de manglares en la ReBiVi, son:

1 Coordinación de actividades

Institución: Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, CONANP

Las actividades a realizar se deberán coordinar con la Dirección de la ReBiVi. Se informará por escrito a la Dirección de la ReBiVi de las actividades que se proyectan realizar en los ecosistemas de manglar para que en colaboración se evalúe la viabilidad de la iniciativa.

2 Permiso de uso y manejo de propágulos de mangle rojo

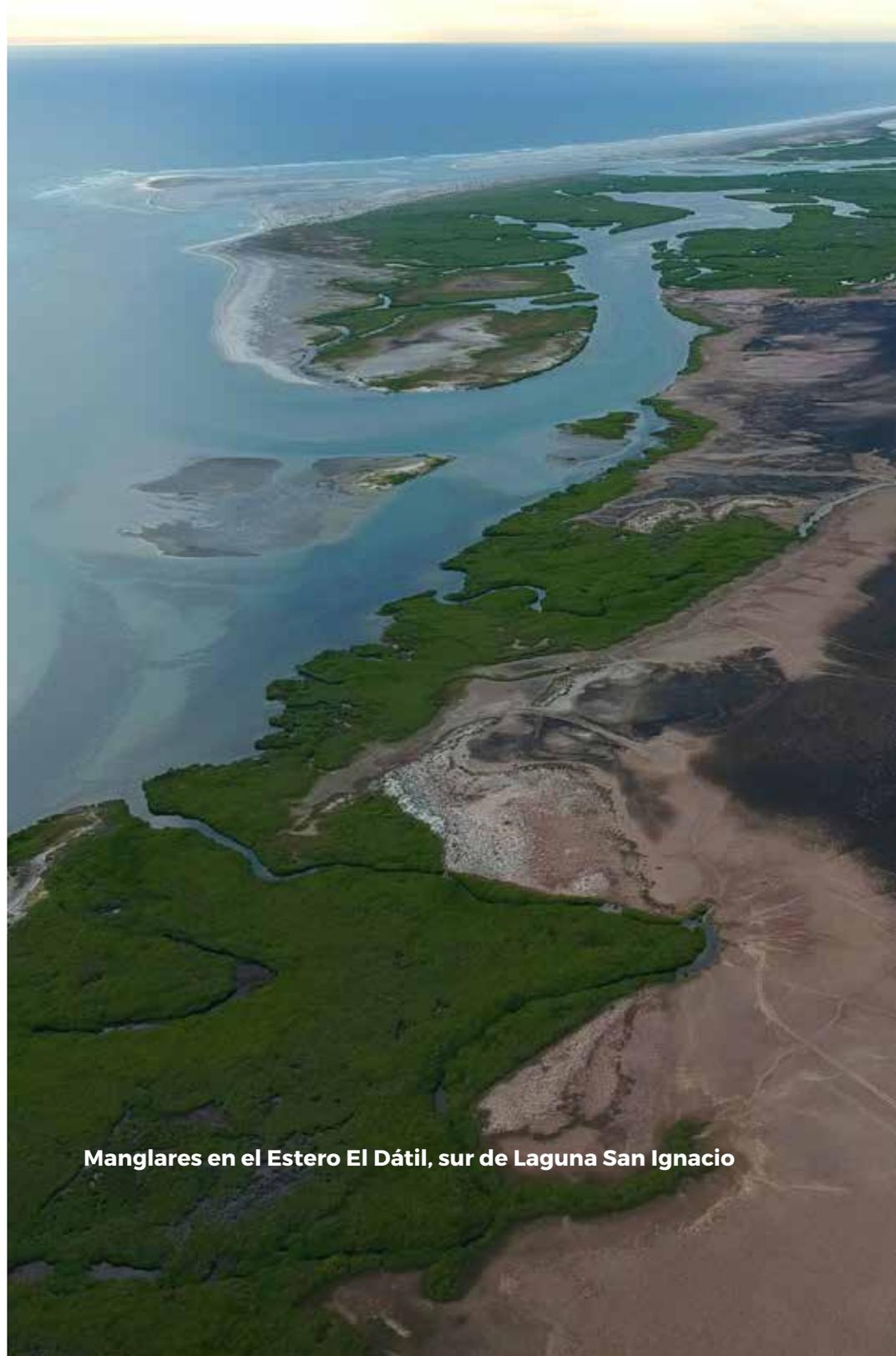
Institución: Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT

Para la colecta y siembra de los propágulos de mangle rojo con fines de restauración es necesario tramitar la *“Autorización de aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes o derivados Modalidad B: De ejemplares de especies en riesgo”* ante la Dirección General de Vida Silvestre. Para consultar detalles del trámite se debe visitar la página de internet de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sección Trámites. Para el trámite de esta autorización se debe considerar el tiempo de respuesta de la autoridad.

3 Seguimiento de actividades

Institución: Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, CONANP

Si lo requiere la Dirección General de Vida Silvestre se dará aviso por escrito del inicio de actividades a la Dirección de la ReBiVi y autoridades descritas en las condicionantes del Permiso que emite la SEMARNAT. Durante la ejecución del proyecto se deberá permitir que el personal de la Reserva realice una continua supervisión de actividades.



Manglares en el Estero El Dátil, sur de Laguna San Ignacio

5. Procedimiento de siembra

Existen diversos métodos de siembra de manglares. En la región de Laguna San Ignacio se han implementado dos técnicas de reforestación con mangle rojo: I) producción de plantas bajo condiciones de invernadero que luego se siembran en el sitio a intervenir y II) **la técnica de siembra directa de propágulos**. Esta última, consta de un procedimiento relativamente económico que no necesita de inversión en infraestructura, ni consumo de altas cantidades de agua dulce. Ventajas que le han permitido ser la técnica más utilizada para favorecer el proceso de colonización de mangle rojo en zonas intermareales de los esteros y con alto potencial para recuperar la cubierta vegetal en sitios afectados por fenómenos naturales o por actividades humanas.

El éxito de esta técnica depende en gran medida del seguimiento de cada uno de los pasos a desarrollar y su implementación fortalece las capacidades técnicas comunitarias.



Manglares en el Estero El Delgadito, sur de Laguna San Ignacio



5.1. Técnica de siembra directa

La **técnica de siembra directa** consiste en colocar directamente en el suelo el **propágulo de mangle rojo**, de tal forma que asegure el desarrollo de un árbol. Para conseguirlo requiere que se cumplan algunas consideraciones, por ejemplo, debe realizarse en sitios con suelos profundos, con suficiente humedad, pero fuera de la exposición al oleaje y fuertes corrientes; además involucra algunos cuidados a la planta durante sus primeros años de vida, entre otras.

Por sus características es ideal para implementar acciones de manejo de manglares y favorecer la cubierta de mangle rojo en los sitios con alto potencial en zonas intermareales que se localizan en la región de Laguna San Ignacio, sobre el Brazo Norte de la laguna y los esteros La Bocana, El Cardón, El Delgadito y El Dátil.

Su implementación consta de siete pasos fundamentales: adquisición de equipo y herramientas de trabajo, selección de sitio de siembra, delimitación del sitio de siembra, monitoreo de la madurez de propágulos, colecta de propágulos, siembra de propágulos y mantenimiento y seguimiento de la siembra. A continuación se describen.



5.1.1. Adquisición de equipo y herramientas de trabajo

Los miembros del grupo de trabajo que participen en las actividades de siembra directa de propágulos de mangle rojo deberán contar con equipos de protección y herramientas de trabajo. El propósito del equipo y herramientas es evitar el riesgo de picaduras o mordeduras de insectos, brindar protección de los factores climáticos y facilitar la ejecución de actividades.

A continuación se describen,

Equipo de protección:

Guantes

Útiles para proteger las manos mientras se manipulan herramientas y previenen picaduras de insectos durante la colecta de propágulos.



Gorra / sombrero

Útiles para protegerse del sol mientras se trabaja en la intemperie.



Botas impermeables

Útiles para protegerse del agua en zonas inundables durante las actividades de colecta y siembra de propágulos.



Red protectora de insectos

Útil para protegerse de picaduras de abejas y avispas, mordeduras de arañas y hormigas, mientras se trabaja entre los manglares durante la colecta de propágulos.



Herramientas de trabajo:

Panga

Embarcación con motor fuera de borda que se utiliza para desplazarse a los sitios de monitoreo de árboles padres, colecta y siembra de propágulos.



Balsa

Es útil para moverse entre canales estrechos y someros durante la colecta de propágulos, embarcación de fabricación artesanal.



Navegador GPS y bitácora

Ayudan a documentar información de respaldo. En el GPS se guardan los puntos de colecta, las rutas de navegación y el perímetro del o los sitios de siembra. En la bitácora se registran gastos y esfuerzos de trabajo.



Cuerda y/o cabo

Se utiliza como guía para señalar el sitio de siembra de cada propágulo y definir las líneas de siembra. En la cuerda se marca la distancia de siembra entre cada propágulo, según la distancia establecida.



Cubeta

Se utiliza para colocar los propágulos colectados y trasladar aquellos que fueron seleccionados al sitio de siembra.



Sembradora

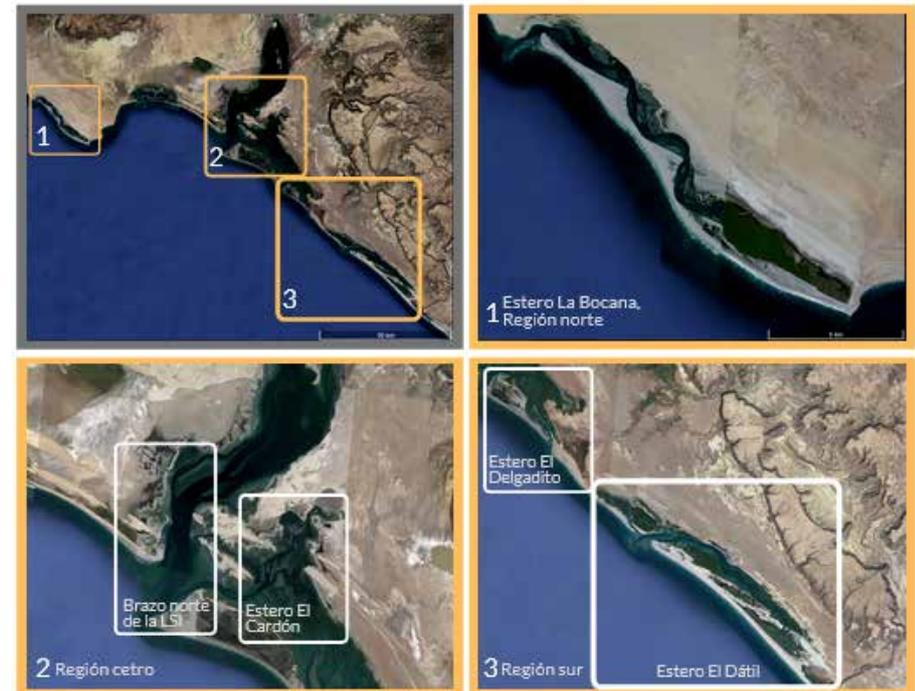
Se utiliza para perforar el suelo. Tiene una punta de 15 cm de largo x 1 cm de grosor con la que abre un agujero con profundidad suficiente para enterrar hasta $\frac{3}{4}$ del propágulo que se siembra y evitar que el propágulo se dañe durante la siembra. Es una herramienta de fabricación artesanal.



5.1.2. Selección del sitio de siembra

El ecosistema de manglar de Laguna San Ignacio, se encuentra en buen estado de conservación, no obstante, es susceptible a efectos del cambio climático e impactos de las actividades de comunidades humanas cercanas.

Un análisis socio-ambiental de los ecosistemas de manglar, identificó que en el **Brazo Norte de la Laguna** y los **esteros La Bocana** y **El Dátil**, se encuentran sitios en proceso de desarrollo de un bosque de manglar con presencia de plantas pioneras; en los **Esteros El Delgadito** y **El Cardón**, existen extensas zonas intermareales consolidadas que son sitios con potencial para implementar actividades de reforestación con mangle rojo. En las siguientes imágenes se muestran zonas de la laguna con sitios de alto potencial para implementar acciones de manejo:



Manglares en el Estero El Cardón, Laguna San Ignacio

Los sitios considerados con alto potencial para implementar acciones de manejo tienen características que pueden favorecer el desarrollo saludable de individuos de mangle rojo. Por ejemplo, son sitios de zonas intermareales con presencia de plantas pioneras y que se encuentran protegidas de la influencia del oleaje directo y fuertes corrientes.

Un sitio puede ser elegido con potencial para implementar acciones de manejo cuando reúne las características ambientales, topográficas, de suelos y de uso que a continuación se describen:

Zonas intermareales

Es un área sujeta a inundaciones recurrentes con los ciclos diarios de mareas. Pueden tener dos características: 1) con presencia de especies pioneras, y 2) consolidadas, con suelos desnudos no propensos a modificaciones por corrientes y oleaje.



Topografía plana

Sitios de zonas intermareales planas, sujetos a inundación durante el ciclo diario de mareas, vivas y muertas; sin dunas, ni pendientes pronunciadas.



En estado de sucesión natural

Sitios intermareales con presencia de plantas pioneras; por ejemplo, plantas suculentas resistentes a altas concentraciones de salinidad (género *Batis* y *Salicornia*) o ejemplares dispersos de mangle.



Protegidos

Sitios de zonas intermareales de aguas tranquilas, es decir, no están expuestos al oleaje directo y/o fuertes corrientes.



Sin uso

Sitios de zonas intermareales alejados de áreas de desembarque, recreativas y/o tránsito terrestre/marino.



Sitios accesibles

Sitios de zonas intermareales con acceso en pangas, vehículos e incluso caminando.



5.1.3. Delimitación del sitio de siembra

Una vez que se ha elegido el sitio para implementar acciones de manejo se recomienda realizar una delimitación. Esta actividad tiene como propósito que los miembros del equipo de trabajo conozcan la dimensión y alcance de la acción de manejo e identifiquen la franja de terreno que cuenta con carga hídrica adecuada para realizar una siembra exitosa.

Para delimitar el sitio se deben establecer marcas en el terreno que indiquen los límites y las áreas de influencia de mareas, *vivas* y *muertas*. Se pueden utilizar marcas biodegradables ya que son de uso temporal, por ejemplo, estacas de madera.

A) Marcar de manera física los límites extremos del sitio de siembra.



B) Poner referencias de los límites de las líneas de siembra. En sitios de siembra muy grandes es recomendable establecer marcas en puntos intermedios de los límites extremos que señalen hasta donde se establecerá la siembra.

En la imagen de arriba, las estacas indican las áreas que han alcanzado las mareas en un mes, dentro de un sitio a restaurar.



Es recomendable recorrer y grabar el perímetro del sitio con GPS para tener un respaldo digital.

5.1.4. Monitoreo de la madurez de propágulos

Se recomienda realizar a **principios del mes de agosto**, recorridos entre los esteros y canales cercanos al sitio de siembra para ubicar árboles padres o semilleros. Estos deben ser árboles sanos, vigorosos y expuestos al estero o canal para acceder con la panga o caminando durante la colecta de propágulos.



Se debe marcar con el GPS las coordenadas de los parches o árboles padres seleccionados y asegurarse de ubicar el mayor número de parches o árboles dentro del mismo estero donde se ubica el sitio de siembra.



Se recomienda visitar una vez cada 15 días los mismos sitios y verificar la producción de flores y desarrollo de propágulos. Múltiples visitas permitirán dar seguimiento del proceso de formación de propágulos que se completa generalmente a **finales del mes de septiembre**.



5.1.5. Colecta de propágulos

Esta actividad inicia cuando se observan propágulos maduros colgados en los árboles de mangle, lo cual generalmente ocurre entre **finales de septiembre a marzo**. A simple vista los propágulos deben estar sanos (sin marcas, hongos o plagas) y de tamaño mayor a 15 cm para tener mejores resultados de germinación.



Se recomienda hacer la colecta directamente de los árboles, no del suelo o de los que flotan en el agua. Para hacerlo se utiliza una panga, con la cual durante mareas altas se accede a los sitios con árboles padres que se localizaron durante el monitoreo de maduración de propágulos (sección 5.1.4 del presente manual).



Probablemente habrá lugares de colecta de difícil acceso para llegar en panga, por lo cual se recomienda el uso de balsas. Las balsas pueden ser remolcadas con la panga para acercarlas a los sitios de colecta de difícil acceso.



Los propágulos deben desprenderse de los árboles con facilidad, con un ligero jalón. Se debe cuidar que el propágulo se suelte y el fruto (capuchón) quede prendido al árbol. Si el propágulo se desprende junto con el fruto será necesario retirar este último.



Una vez que el propágulo se ha desprendido del árbol, se verifica a simple vista el estado de sanidad y que cumpla con el tamaño establecido, mayor de 15 cm.



Los propágulos colectados se colocan en cubetas, teniendo cuidado de no dañarlos para luego llevarlos a los sitios de siembra.



Los propágulos seleccionados se llevan al sitio de siembra cuidando no dañarlos. **Se recomienda realizar la siembra el mismo día de la colecta;** no obstante, los propágulos colectados pueden mantenerse un día en cubetas, en un lugar fresco y sombreado; un tiempo mayor deshidrata el propágulo y compromete su germinación.



5.1.6. Siembra de propágulos

La siembra directa de propágulos de mangle rojo es relativamente sencilla de implementar. Para realizarla se deben considerar las condiciones climáticas y periodos de marea, deben ser días con marea viva baja y sin lluvias y viento. Se recomienda revisar condiciones climáticas y calendario de mareas para los días que se programa la actividad.

Inicialmente se define la distancia de siembra entre propágulos y líneas de siembra. Los habitantes del campo pesquero El Delgadito han implementado tres distancias de siembra: de 30 cm y 60 cm entre propágulos y una más de 30 cm entre propágulos y 60 cm entre líneas de siembra, reportando una sobrevivencia de más del 90% después de aplicar un proceso de resiembra.

Otra distancia de siembra que se ha probado en la región es de 120 cm entre propágulos, que sin procesos de resiembra ha alcanzado hasta un 63% de sobrevivencia después de tres meses de la siembra.

Definida la distancia, la siembra se realiza con ayuda de una cuerda que contiene marcas que indican las distancias seleccionadas.

Las cuerdas marcadas se colocan sobre el suelo para señalar el punto de siembra y definir la línea de siembra a lo largo del sitio a reforestar.

Esta maniobra permite establecer una plantación en línea recta y facilitar el accionar de los equipos de trabajo.



Se recomienda que la plantación se establezca sembrando las distancias de siembra más densas (de 30 cm entre propágulos) en las líneas de siembra más próximas al área de inundación, cubriendo una franja de 6 m.

Después de la franja de 6 m se establecerán las líneas con mayor distancia de siembra hasta cubrir el área a restaurar, que pueden ser distancias de 60 cm o 120 cm entre propágulos.

El diseño de siembra tiene el propósito de formar una barrera densa de mangle rojo en la zona más cercana al área de inundación, replicando el arreglo de la distribución estructural de la especie en la región de Laguna San Ignacio.

Una vez colocada la cuerda, con la sembradora se realiza un agujero en el suelo, según la distancia indicada en la cuerda guía. Quien maneja la sembradora deberá ir en coordinación con la persona que siembra, cuidando que el agujero no se cierre o se pierda entre la vegetación antes de colocar el propágulo.



En el agujero se entierra el propágulo procurando que entre con facilidad, no presionado. El propágulo se coloca con la parte café hacia el suelo, introduciendo tres cuartas partes ($3/4$) de su tamaño, dejando expuesto un cuarto ($1/4$). Esta profundidad reduce la posibilidad de que sea arrancado por las corrientes.



Colocado el propágulo se deberá presionar ligeramente el suelo que lo rodea o tomar un poco de arena de alrededor del propágulo para cerrar completamente el agujero. Esta acción, también ayuda a reducir la posibilidad de que el propágulo sea arrancado durante los ciclos de marea.



5.1.7. Mantenimiento y seguimiento de la siembra

Una vez que se ha finalizado con el proceso de siembra es importante realizar actividades de seguimiento y mantenimiento de la plantación. Esto permitirá incrementar las probabilidades de obtener resultados positivos de la sobrevivencia de propágulos sembrados.

Para esta actividad se deben realizar recorridos para revisar la plantación. Se recomienda llevar un registro de observaciones, anotando en bitácoras de campo información sobre el estado en que se encuentran los propágulos sembrados y de los eventos que podrían afectar su sobrevivencia.

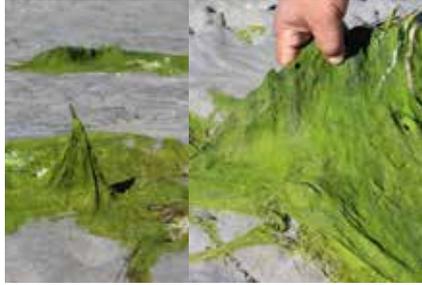
En las bitácoras se llevará un registro del número de propágulos sembrados, arrancados, dañados y/o muertos; se registrarán los percances que han ocurrido (tormentas, grandes rebales y otros), incluyendo los esfuerzos de resiembra con número de propágulos resembrados y personas participantes.



Considerando que la plantación está expuesta a corrientes de mareas diarias y eventos extraordinarios se recomienda que durante los primeros tres meses, se realice un recorrido por mes para monitorear el estado de la plantación y resembrar en lugares donde los propágulos murieron, fueron dañados o arrancados.



Después del mes de marzo se recomienda realizar un recorrido cada tres meses para efectuar actividades de mantenimiento. Las corrientes de marea arrastran algas y pastos marinos que pueden pegarse a las plantas en crecimiento y ahogarlas, por lo cual, es necesario retirar aquellas que se pegan.



El retiro de algas y pastos marinos que se pegan a las plantas en crecimiento debe realizarse con mucho cuidado para no dañar la planta que se manipula y arriesgar su sobrevivencia. Es importante llevar registro en bitácoras de todas las actividades realizadas en estos procesos.



Es común que algunos propágulos se dañen o sean arrastrados por fuertes corrientes. Estos propágulos deberán ser remplazados por nuevos, en buen estado sanitario y colectados de los árboles padres cercanos al sitio de reforestación. Para la resiembra no se debe olvidar que la producción de propágulos en la región termina en los meses de febrero o marzo.



Un indicador de que los propágulos han germinado y se desarrollan saludablemente es la aparición y crecimiento de hojas. El primer paso es que la protuberancia que lo unía al fruto (capuchón) se abre y aparecen las primeras hojas. Cuando esto ocurre es importante revisar la plantación para dar mantenimiento y favorecer la sobrevivencia.



5.2. Éxito de sobrevivencia

Conocer el número de propágulos de mangle rojo que han sobrevivido desde la siembra, es un indicador del éxito de la rehabilitación o fortalecimiento de la vegetación en un sitio determinado. Para medir la sobrevivencia de propágulos sembrados se sugieren dos procedimientos que a continuación se describen:

1 Porcentaje de plantas vivas

Se basa en realizar conteos de individuos en varios puntos dentro de la plantación con distancia fija de separación entre cada punto de conteo. Por ejemplo, se pueden contar 100 individuos en cada cuadrante con separación de 100 m entre cuadrantes de conteo. El número de puntos de conteo dependerá del tamaño de la plantación. En cada punto se contará el número de individuos vivos, muertos o arrancados por las corrientes. En sitios con superficies pequeñas se puede contar el total de propágulos sembrados. Con estos datos se estima el porcentaje de sobrevivencia de la plantación a través del tiempo. Los conteos pueden realizarse al final de la temporada reproductiva o 12 meses después de la siembra. También pueden efectuarse según los intereses y capacidades del equipo de trabajo.

2 Número de propágulos en resiembra

Consiste en llevar un registro preciso del proceso de resiembra. El éxito de sobrevivencia se estima a partir del número de propágulos que se remplazan con respecto al número de propágulos sembrados inicialmente. Se recomiendan por lo menos dos procesos de resiembra; uno antes de finalizar la temporada reproductiva y el otro un año después de la siembra. Esto para disponer de semillas y no reducir el éxito de sobrevivencia de la resiembra por competencia. Los esfuerzos dependerán de los compromisos y capacidades de cada equipo de trabajo.

5.3. Consideraciones de la implementación

Buscando favorecer el éxito de las actividades de siembra con mangle rojo y rehabilitación de ecosistemas de manglar en Laguna San Ignacio, se deberá considerar lo siguiente:

De la planeación:

Formar equipos de trabajo para la colecta y siembra.

Se recomienda formar equipos pequeños de trabajo con suficiente personal para repartirse las labores. Entre mayor es el número de personas resulta más complicada la movilidad de la panga para aproximarse al árbol de colecta. Durante la siembra cada miembro del equipo debe tener un rol en el procedimiento.

Respetar la distribución de los manglares de la región.

Siempre colectar y sembrar propágulos dentro de los mismos esteros y no transportarlos de sitios externos a Laguna San Ignacio. Esta práctica evitará la introducción de otros genes o especies exóticas a sitios donde naturalmente no se distribuyen.

Registrar fechas y datos relevantes del proceso.

Anotar en bitácoras de campo información detallada del proceso de monitoreo de la madurez de propágulos, colecta, siembra y mantenimiento de plantación; es información que permitirá conocer los requerimientos de recursos para la implementación de futuras acciones de manejo.

De la colecta:

Seguimiento de la madurez de propágulos.

Ayuda a definir con precisión la fecha de inicio de las actividades de siembra. Una siembra temprana permitirá tener más tiempo para realizar actividades de resiembra y asegurar un porcentaje mayor de sobrevivencia.

Temporada de disponibilidad de propágulos.

Es importante considerar que si bien la disponibilidad de propágulos inicia a finales de septiembre y termina en marzo, la disponibilidad de propágulos maduros puede verse limitada por la ocurrencia de lluvias y fuertes vientos que provocan caída prematura. Se recomienda dar seguimiento de los pronósticos del clima para identificar el periodo de disponibilidad de propágulos maduros.

Colecta de propágulos cercana al sitio de siembra.

La colecta de propágulos siempre se deberá realizar en sitios cercanos a la plantación, permite asegurar el uso de individuos de la misma población.

De la siembra:

Considerar la superficie de resiembra del sitio a rehabilitar.

En la región el periodo reproductivo es corto y la abundancia del mangle rojo es baja, comparado con otros lugares de México. Esto limita la disponibilidad de propágulos y es un factor que reduce los alcances de los proyectos de restauración, por lo cual la superficie a sembrar debe de estar en función de los tiempos de ejecución de las actividades aquí planteadas.

6. Documentación de actividades

Es importante llevar un registro de los recursos utilizados en la implementación de acciones de reforestación. Es un procedimiento que ayuda a realizar un seguimiento y evaluación del proyecto para la toma de decisiones en acciones futuras. Conocer los gastos de inversión en combustible, personal, equipo y herramientas, incluyendo el tiempo y número de propágulos necesarios para una superficie determinada, son datos de gran utilidad. Los datos relevantes a considerar se muestran en el siguiente diagrama.

Diagrama de las variables a registrar en un esfuerzo de reforestación



Las bitácoras de trabajo ayudan a llevar un registro de las consideraciones del diagrama y pueden ser estructuradas según los datos de interés o llevarse de manera sencilla en un cuaderno común donde se realizarán anotaciones, bocetos o registros de datos relevantes. Deberán quedar registros de los avances, los obstáculos, las observaciones, las nuevas ideas, entre otra información de valor que surja durante la ejecución del proyecto.

Ejemplo de bitácora para el registro de propágulos colectados o sembrados con personal participante durante una jornada de trabajo.

Actividad	Puede ser colecta o siembra				
Sitio donde se realiza la actividad	Nombre del sitio	Coordenadas	Coordenadas del sitio		
Fecha de realización de la actividad	dd/mm/aa	Número de pangas utilizadas	Número	Litros de gasolina utilizados	Costo
Nombre	Número de propágulos	Horas trabajadas	Observaciones		
Nombre de quien realiza la actividad	# propágulos colectados o sembrados	Número de horas	Escribir observaciones		

Ejemplo de bitácora para el registro y seguimiento de la resiembra y sobrevivencia de propágulos.

Sitio de trabajo	Sitio donde se realiza la actividad			
Fecha de siembra	dd/mm/aa	Coordenadas	Coordenadas de sitio	
Fecha de resiembra	dd/mm/aa	Total de propágulos sembrados en el sitio	#Total de propágulos	
Nombre	Propágulos resembrados	Observaciones		
Nombre de quien realiza la actividad	Número de propágulos resembrados	Escribir observaciones		

7. Marco legal: ¿Quién protege los manglares?

Las actividades de uso, manejo, conservación y restauración de los ecosistemas de manglar se rigen por leyes y normas mexicanas. En el caso de los manglares de Laguna San Ignacio, que se localizan dentro de un Área Natural Protegida, también por un programa de manejo.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que establece las políticas e instrumentos en materia ambiental aplicable en la República Mexicana.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS), regula lo relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat, enfatizando la regulación sobre especies y poblaciones en riesgo. Es importante observar el Artículo 60 TER.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, expone la lista de especies nativas de México en riesgo; categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Establece que las especies de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y rojo (*Rhizophora mangle*) son especies amenazadas.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y administración del Área Natural Protegida.

8. Bibliografía citada

- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2014. *Rhizophora mangle L.* Sistema de especies forestales México. Consultado en: https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/especies_forestales/detalles.php?tipo_especie=13
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2013. Distribución de los manglares en México en 2010. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Consultado en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2019. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. Datos abiertos en formato .shp. Actualizado el 2019-03. Consultado en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/monitoreo-de-manglares/resource/afea2af5-063c-4c14-9615-a8a0595f0fe8>
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2020. Manglares. Biodiversidad Mexicana. Actualizado el 2020-01-15. Consultado en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares>
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2013. Reporte de Actividades del Programa de Vigilancia Comunitaria en las Áreas Naturales Protegidas (PROVICOM). Archivos de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2014. Reportes de actividades del Programa de Empleo Temporal (PET) 2014. Archivos de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2017. Reporte de actividades del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES). Archivos de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2018. Reporte de actividades del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES). Archivos de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno.
- COSTASALVAJE A.C. 2019. Diagnostico socio-ambiental de los ecosistemas de manglar en la Reserva de la Biosfera el Vizcaíno para identificar las zonas prioritarias para implementar acciones de restauración. Reporte técnico entregado a la Comisión Nacional de Áreas Naturales

Manglares en el Estero El Coyote, norte de Laguna San Ignacio

Protegidas (CONANP) y al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el marco del proyecto 00087099: Fortalecimiento de la efectividad del medio ambiente y la resiliencia de las áreas protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático. 34 pp.

Domínguez De La Torre. 2018. *Rhizophora mangle*. Banco de Imágenes, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Actualizado el 2018-05-23. Consultado en: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5035-Ilustraciones/Otros%20Archivos/Ilustraciones/ADDLT0041%20Rhizophora%20mangle.JPG.info>

PNUD México y CONANP (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) 2019. Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) de la Reserva de la Biosfera el Vizcaíno. Proyecto 00087099 Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático. 142 pp.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2019. MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental -Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación, publicado el 14 de noviembre de 2019.

Troche, S. C. & E. Villeda C. 2019. Operaciones técnicas en sistemas de información geográfica en ecosistemas costeros. Reporte técnico entregado a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el marco del proyecto 00087099: Fortalecimiento de la efectividad del medio ambiente y la resiliencia de las áreas protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático. a 59 pp.

Troche-Souza, C. M. T. Rodríguez-Zúñiga, S. Velázquez-Salazar, L. Valderrama-Landeros, E. Villeda-Chávez, A. Alcántara-Maya, B. Vázquez-Balderas, M. I. Cruz-López & R. Ressler. 2016. Manglares de México: Extensión, distribución y monitoreo (1970/1980-2015). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D. F. 15 pp.

Troche, C., M. T. Rodríguez-Zúñiga, L. Valderrama-Landeros, B. Vázquez-Balderas, S. Velázquez-Salazar, M. L. Cruz-López & R. Ressler. 2014. Manglares de México: Extensión, distribución y monitoreo-Poster. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

9. Referencias bibliográficas

Agraz, H. C., J. Osti S., C. García Z., C. Chan K., E. Chan C., R. Arana L. & M. Torcuato H. 2010. Estrategias de restauración de ecosistemas de manglar en México. JAINA Boletín informativo. 21(2):5-27 pp.

Bautista-González, K. A. 2014. Análisis de vulnerabilidad de los manglares de la costa occidental de Baja California, México, con miras a identificar acciones de adaptación local. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 104 pp.

Domínguez-Cadena, R., J. L. León de la Luz & R. Riosmena-Rodríguez. 2011. Análisis de la influencia de las condiciones macro-topográficas del sustrato en la estructura del manglar en el Golfo de California. En: Felix-Pico, E. F., E. Serviere-Zaragoza, R. Riosmena-Rodríguez & J. L. León de la Luz (Eds). Los manglares de la Península de Baja California. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Centro de Investigación Biológicas del Noroeste, S. C., Universidad Autónoma de Baja California Sur. 29-64 pp.

Ellison, A., E. Farnsworth & G. Moore. 2015. *Rhizophora mangle*. The IUCN Red List of Threatened Species. Consultado en: <http://www.iucnredlist.org/species/178851/69024847>

Estrada-Castillo, S. M. 2017. *Rhizophora mangle* L., 1753. Plantas priorizadas para la conservación en la Región Caribe. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Actualizado el 2020-03-10. Consultado en: <https://www.gbif.org/es/species/100074816>

González-Zamorano, P., E. H. Nava-Sánchez, J. L. León de la Luz & S. C. Díaz-Castro. 2011. Patrones de distribución y determinantes ambientales de los manglares peninsulares. En: Felix-Pico, E. F., E. Serviere-Zaragoza, R. Riosmena-Rodríguez & J. L. León de la Luz (Eds). Los manglares de la Península de Baja California. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Centro de Investigación Biológicas del Noroeste, S. C., Universidad Autónoma de Baja California Sur. 68-102 pp.

GREM SIA & C. R. Quiro. 2017. Guía de Restauración Ecológica de Manglares Eperãara Siapidãara en el departamento del Cauca. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, GEF. Bogotá, Colombia. Consultado en: https://initiative-mangroves-ffem.com/wp-content/uploads/2019/06/guia_de_restauracion_ecologica_de_manglares_eperaara_siapidaara.pdf

- Kanowski J. P. 1997. Afforestation and plantation forestry en XI World Forestry Congress. Departamento Forestal de Universidad Nacional de Australia. 23-39 pp.
- Kauffman B. J., Donato C. D., & Adame M. F. 2013. Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares. Documento de trabajo 117. CIFOR. 48 pp.
- López-Portillo, J. & E. Ezcurra. 2002. Los manglares de México: una revisión. Madera y Bosques, número especial, 27-51pp.
- Marin, M. J. L. & M. E. Hernández A. 2013. Los humedales, sus funciones y su papel en el almacenamiento del carbono. Instituto de Ecología, A. C. Consultado en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/172-los-humedales-sus-funciones-y-su-papel-en-el-almacenamiento-del-carbono>
- Martínez M., Villatoro A., Granadino M., y Flores E. 2004. Bienes y servicios ambientales en Honduras, una alternativa para el desarrollo sostenible. Comité Nacional de Bienes y Servicios Ambientales de Honduras (CONBISAH). 27 pp.
- Valderrama-Landeros, L. H., M. T. Rodríguez-Zúñiga, C. Troche-Souza, S. Velázquez-Salazar, E. Villeda-Chávez, J. A Alcántara-Maya, B. Vázquez-Balderas, M. I. Cruz-López & R. Ressler. 2017. Sistema de monitoreo de los manglares de México. En: Manglares de México: actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 1970/1980-2015. Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 126 pp.



Manglares del Estero El Coyote, norte de Laguna San Ignacio

