

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Elaboración de un manual de forestación de manglares en Ecuador

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Biólogo

Presentado por:

Juliana Andrea Salazar Velásquez

Nancy Elizabeth Meras Alcocer

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedicamos a nuestros padres, Martín y Marcia; Nancy y Manuel, que nos han ayudado a convertirnos en las personas que somos hoy. Este logro se los debemos a ellos que siempre estuvieron a nuestro lado, apoyándonos en todo este camino. Los queremos mucho.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradecemos a Gustavo Domínguez, nuestro tutor que siempre estuvo para guiarnos. También a la Fundación Calisur y la Asociación de Cangrejeros de Balao por aportarnos información importante para que este proyecto se pueda llevar a cabo.

A nuestras familias por ayudarnos alcanzar nuestras metas. Finalmente, agradecemos a nuestros amigos y docentes que hicieron que esta experiencia universitaria sea enriquecedora.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Juliana Andrea Salazar Velásquez*, *Nancy Elizabeth Meras Alcocer* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Juliana Andrea Salazar
Velásquez



Nancy Elizabeth Meras
Alcocer

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:
**DIEGO ARTURO
GALLARDO
POLIT**

**Diego Arturo
Gallardo Polit**

PROFESOR DE LA
MATERIA

**GUSTAVO
ADOLFO
DOMINGUEZ
CAZCO** Digitally signed by
GUSTAVO ADOLFO
DOMINGUEZ CAZCO
Date: 2021.02.22
11:51:30 -05'00'

**Gustavo Adolfo
Domínguez Cazco**

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En Ecuador se ha perdido 46 530.32 hectáreas de manglar desde 1969 debido principalmente a la construcción de camaroneras y deforestación. En 2008, el gobierno de Ecuador decretó que las camaroneras deben reforestar, pero no existe un manual sobre reforestación o forestación de mangle. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es elaborar un manual de técnicas de forestación de mangle basado mayormente en la experiencia de la Fundación Calisur para la difusión de buenas prácticas de forestación o reforestación a nivel local o regional en Ecuador. Mediante entrevistas a la Asociación de cangrejeros se obtuvo información sobre los procesos de selección de plántulas. Además, la Fundación Calisur proporcionó informes, imágenes y videos. Igualmente, se realizaron salidas de campo al vivero y a la actividad de siembra de plántulas. Se elaboró un manual que primeramente recopila información sobre la biología y ecología de *Rhizophora mangle* ya que es la única especie que la fundación Calisur usa para forestar. Seguidamente, el manual describe las etapas más importantes de esta actividad de forestación: selección de sitio, selección de semillas, manejo del vivero, siembra de plántulas y monitoreo post siembra. Finalmente, este manual de forestación tiene el potencial de convertirse en una herramienta muy útil para que los esfuerzos de forestación o reforestación tanto individuales o grupales tengan un punto de partida al conocer cuáles son las técnicas de forestación de manglares, así mismo este documento puede incorporar nueva información conforme se vaya adquiriendo más experiencia sobre este tema.

Palabras Clave: Manglar, forestación, manual, Fundación Calisur, *Rhizophora mangle*.

ABSTRACT

In Ecuador, 46,530.32 hectares of mangroves have been lost since 1969, mainly due to the construction of shrimp farms and deforestation. In 2008, the government of Ecuador decreed that shrimp farms must reforest, but in the country, there is no manual on reforestation or mangrove afforestation. Therefore, the objective of this project is to develop a manual of mangrove afforestation techniques based largely on the experience of the Calisur Foundation for the dissemination of good afforestation or reforestation practices at the local or regional level in Ecuador. Information on the seedling selection processes was obtained through interviews with the Crabbing Association. In addition, the Calisur Foundation provided reports, images and videos. Likewise, field trips were made to the nursery and to the seedling planting activity. A manual was developed that first collects information on the biology and ecology of Rhizophora mangle since it is the only species that the Calisur Foundation uses for forestry. Next, the manual describes the most important stages of this afforestation activity: site selection, seed selection, nursery management, planting of seedlings, and post-planting monitoring. Finally, this afforestation manual has the potential to become a very useful tool for individual or group afforestation or reforestation processes to have a starting point by knowing what mangrove afforestation techniques exist. In the same way, this document can incorporate new information when more experience about this subject is acquired.

Key Words: *Mangrove, afforestation, manual, Calisur Foundation, Rhizophora mangle.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Marco teórico	3
1.4.1 Importancia de los manglares	3
1.4.2 Causas para la pérdida de manglares.....	5
1.4.3 Reforestación de manglares	6
CAPÍTULO 2.....	9
2. Metodología	9
2.1 Alcance del manual	9
2.2 Sistematización de la información	9
2.2.1 Revisión y obtención de los datos.....	9
2.2.2 Observaciones de campo.....	9
2.3 Estructuración del manual	10

2.4	Elaboración del manual	10
CAPÍTULO 3.....		11
3.	resultados y análisis.....	11
3.1	Búsqueda bibliográfica y manual	11
3.2	Flujograma.....	12
CAPÍTULO 4.....		15
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	15
4.1	Conclusiones	15
4.2	Recomendaciones	15
BIBLIOGRAFÍA.....		17
APÉNDICES		20

ABREVIATURAS

- UNESO Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
- PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

SIMBOLOGÍA

km	Kilómetro
cm	Centímetro
CO ₂	Dióxido de carbono

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Mockup del manual de forestación de los manglares en Ecuador realizadas por la Fundación Calisur	12
Figura 3.2 Flujograma del proceso de forestación de manglares	13

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Los manglares proveen una gran cantidad de servicios ecosistémicos tales como regulación del clima, alimentación, protección costera, ecoturismo, entre otros. Debido a esto se estima que cada hectárea tiene un valor de US \$ 33 a 57 millones anuales a la economía de los países que están en vías de desarrollo (UNEP, 2014). Alrededor de 100 millones de personas que viven dentro 10 kilómetros de un bosque de manglar se benefician de alguna manera de los manglares (López, 2018). Pero debido a la deforestación y el cambio del uso de la tierra se ha causado una pérdida de manglar entre el 20 a 35 % desde 1980 (Goldberg et al, 2020). Los manglares son conocidos por poseer una gran reserva de carbono (UNEP, 2014), en Ecuador se estima que hay más de 7 millones de toneladas de carbono en la parte norte del país. Cuando se tala los manglares, se libera una gran cantidad de gases de efecto invernadero que contribuye al cambio climático (Hamilton et al, 2016).

Al final de la década de 1970 se perdió el 27.7 % de los manglares por deforestación destinado al uso de la madera como carbón vegetal. Mientras que a partir de 1980 al 2000, el 50 % de los manglares restantes fueron perdidos a la construcción de camaroneras (Gorman, 2018). Actualmente hay 157 094.28 hectáreas de manglar en Ecuador (Carvajal & Santillán, 2019). En 2008, se decreta que las camaroneras reforesten hectáreas de mangle (Armijos et al., 2015), en la cual se crea la fundación Calisur como respuesta al decreto y encargada en restaurar los bosques de manglares (Fundación Calisur, 2014). Los propágulos de *Rhizophora mangle* son utilizados principalmente para reforestar debido a que están en zonas permanentemente inundadas (Al & Negro, 2009) y son capaces de almacenar grandes cantidades de carbono.

Los manuales sobre los procesos de reforestación o forestación de manglares son considerados de gran importancia (Chuquicondor, 2012). Sin embargo, en Ecuador no hay una que contengan todas las técnicas utilizadas en el proceso de rehabilitación de estos humedales (Armijos et al., 2015). Un manual para las buenas

prácticas de forestación traería muchos beneficios a las distintas fundaciones o empresas que necesiten reforestar manglares.

1.1. Descripción del problema

Los manglares son un tipo de humedal que brindan diferentes servicios ecosistémicos tales como alimento, regulación del clima, protección costera, entre otros (UNEP, 2014). En los últimos años las áreas de este tipo de ecosistemas se han ido reduciendo debido a actividades antropogénicas (Goldberg et al, 2020). En Ecuador, la industria camaronera y la deforestación por actividades antrópicas como urbanización han sido las actividades que más han contribuido a la desaparición de manglar, donde se han perdido alrededor de 46 530.32 hectáreas de bosque desde 1969 (Gorman, 2018). Para revertir esta situación el gobierno estipula que para reducir los impactos y desarrollar actividades sostenibles en estas áreas se debe reforestar las áreas impactadas por la pérdida de manglar (Armijos et al., 2015). La fundación Calisur es una entidad sin fines de lucro que se ha encargado de forestar varios miles de hectáreas durante años (Fundación Calisur, 2014). Aunque se ha recopilado mucha información sobre el proceso de reforestación o forestación de manglar, no se ha elaborado un manual técnico para esta actividad hasta el día de hoy. Nuestro objetivo es la elaboración de una guía enfocada en forestación y monitoreo de este tipo restauración en los ecosistemas de manglar.

1.2. Justificación del problema

Los manglares son un tipo de bosque único y dominante que de manera general se encuentra conformado por árboles intersticiales marinos con alta tolerancia a la salinidad que en su mayor parte están ubicados en los márgenes limítrofes de las zonas costeras (Pandy, R., 2013). En Ecuador su mayor concentración se presenta en la provincia del Guayas en el Golfo de Guayaquil. Estos humedales sirven de protección costera frente a desastres naturales, son capaces de secuestrar carbono y también son un reservorio de vida silvestre. A lo largo de los años estas áreas se han visto disminuidas, en el país se han perdido alrededor de 56,396 hectáreas y hasta 2014 tan solo 73,071 de las 157,094 hectáreas se han declarado áreas

protegidas. La urbanización de las ciudades y la industria camaronera son las principales fuentes de estas pérdidas (Sorgato, 2016). A partir del 2008 el gobierno del Ecuador ha estipulado la reforestación de mangle de manera obligatoria para todas las camaroneras que funcionen o no por concesiones del estado (Armijos et al., 2015). La fundación Calisur fue creada en respuesta al decreto. La misma que durante los últimos 12 años ha desarrollado su propia metodología para forestar miles de hectáreas de manglar, sin embargo, estos protocolos de forestación no se han plasmado en un manual o guía que contribuya a que clubes ecológicos, asociaciones, fundaciones, empresas estatales y privadas que están involucradas o tienen la intención de comenzar actividades de restauración de este tipo de humedal puedan ahorrar tiempo y recursos financieros para llevar a cabo esta actividad. Por lo tanto, esta propuesta busca elaborar un manual de buenas prácticas de forestación del ecosistema manglar basado en la exitosa experiencia de la Fundación Calisur.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar un manual de técnicas de forestación de manglar basado en la experiencia de la Fundación Calisur para la difusión de buenas prácticas de forestación a nivel local o regional en Ecuador.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Sistematizar la información levantada por Calisur mediante la revisión de las actividades y procedimientos previamente realizados por la fundación.
2. Diseñar la estructura del manual con la información anteriormente organizada para que la misma sea distribuida adecuadamente.
3. Elaborar un protocolo para el monitoreo de las áreas de mangle forestadas.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Importancia de los manglares

Los bosques de manglares crecen exclusivamente en latitudes tropicales y subtropicales cerca de la línea ecuatorial debido a que no toleran

temperaturas que estén por debajo de 0 °C (NOAA, 2020). Estos bosques ocupan aproximadamente 15x10⁶ km² de las costas subtropicales y tropicales en el mundo (Ferreira et al., 2015). Los manglares son árboles o grandes arbustos que crecen dentro o junto a una zona intermareal, por lo tanto, se han adaptado para sobrevivir en su entorno (Spalding et al., 2010). Se estima que hay 15.2 millones de hectáreas de manglar en el mundo (FAO, 2007) y que cada hectárea tiene un valor de US \$ 33 a 57 millones anuales a la economía de los países que están en vías de desarrollo (López, 2018). Además, los manglares son de gran importancia ya que ofrecen servicios ecosistémicos como alimento, regulación del clima, protección costera, entre otros servicios (UNEP, 2014).

Los manglares albergan una gran biodiversidad que provee diferentes hábitats, sitios de desove y nutrientes para diferentes organismos tanto vegetales como animales. En este ecosistema se han registrado desde reptiles (cocodrilos, serpientes, iguanas) a mamíferos (nutrias, delfines). También hay aves (garzas, águilas) y una gran cantidad de peces y mariscos que son comerciales (FAO, 2007). Uno de los servicios ecosistémicos importantes es la pesquería en los manglares ya que tiene gran relevancia en garantizar el bienestar de las personas y ofrecer una fuente posible de proteínas. En consecuencia, la recolecta y procesamiento de cangrejos, camarones, almejas, conchas y peces proporciona ingresos y empleos directos a muchas comunidades que viven cerca de manglares (UNEP, 2014). Se estima que 100 millones de personas que viven dentro 10 kilómetros de un bosque de manglar se benefician por productos de la pesca y otros servicios que aportan los manglares (López, 2018).

Los manglares son importantes porque ayudan a reducir los efectos de los tsunamis e inundaciones. Recientes investigaciones indican que los manglares tienen un rol esencial en la protección de las áreas costeras (Lee et al., 2014; UNEP, 2014). En algunos estudios, se menciona que en casos de tormentas se puede reducir los niveles de marejada ciclónica hasta en

50 cm por km de ancho de manglares. Por otro lado, los manglares contribuyen a reducir la erosión del suelo costero porque las raíces retienen los sedimentos fomentando la deposición de estos. Otro gran beneficio de los manglares es la regulación del clima. Sobre este tema, se conoce que los manglares poseen las mayores reservas de carbono por unidad de superficie superando a cualquier ecosistema terrestre o marino. Es así como los sumideros de carbono más grandes se encuentran en área ecuatoriales (UNEP, 2014). En Ecuador se ha calculado que los manglares del norte poseen alrededor de 7.742.999 toneladas de carbono, especialmente en los bosques predominado por *R. Mangle* (Hamilton et al., 2017).

El ecoturismo en los manglares también se presenta como una actividad valiosa para las comunidades aledañas ya que representa una entrada de ingresos que manejada de forma sostenible permite resguardar las especies de flora y fauna presentes en este ecosistema. Las plantas asociadas a los manglares además sirven como filtradores debido a que poseen una gran tolerancia a contaminantes y sales, ayudando a mantener el agua en buena calidad. Además, permiten la absorción, fijación, captura y renovación de nutrientes, manteniendo una buena calidad de agua. Las piscinas dedicadas a la acuicultura o cría de camarones se benefician debido a que los manglares proveen o mitigan el exceso de nutrientes. Sin embargo, no soportan todo tipo de metales pesados o compuestos orgánicos que superan los umbrales de tolerancia, lo que provoca grandes efectos negativos a los manglares tales como su extinción (UNEP, 2014).

1.4.2. Causas para la pérdida de manglares

La deforestación y el crecimiento urbano ha causado la pérdida de la extensión global de los manglares en un 20-35 % desde 1980 (Goldberg et al., 2020). Se estima que la tasa de deforestación de los manglares está entre el 0.26 y 0.66 % por año a nivel mundial (Hamilton & Casey, 2016). Además, se estima que el costo económico por deforestación es alrededor

de US \$42 billones por año (López, 2018). Por otro lado, se conoce que los manglares tienen las más grandes reservas de carbono, por lo que cada hectárea de manglar transformada en camaronerías o pasto para ganado emite entre 1067 y 3003 megagramos de CO₂ a la atmósfera, contribuyendo al efecto invernadero (Kauffman et al., 2017).

En Ecuador la tala de manglares para el uso de la madera y producción de carbón vegetal fue tan grande entre los años 1879 y 1906, que se exportó más de 600 toneladas de madera por año a países cercanos (Gorman, 2018). Se estima que al final del año 1970 se perdió el 27.7 % de los manglares por deforestación, debido que se consideró que los manglares eran áreas no productivas (López, 2018). Mientras que desde el año 1980 al 2000, el 50 % de los manglares fueron perdidos debido a la construcción de camaronerías (Gorman, 2018). Por lo tanto, la deforestación y la industria camaronera han causado gran pérdida de los manglares en Ecuador a lo largo de su historia.

Actualmente en Ecuador se estima que hay 157 094.28 hectáreas de manglar y se ha perdido 46 530.32 hectáreas desde 1969. Se conoce que las causas actuales de su pérdida son la pesca y tala ilegal, sobreexplotación de recursos pesqueros, contaminación, cambio climático, sedimentación de los estuarios y fallas en los ordenamientos territoriales de los municipios (Carvajal et al., 2019). Por ejemplo, en Guayaquil se talaron 40.55 hectáreas de manera ilegal del presente año debido a una empresa que exporta y produce camarones (Moncado, 2020).

1.4.3. Reforestación de manglares

En 1983 el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) instauraron un proyecto para conocer el verdadero valor de estos ecosistemas; y a medida que se conocieron sus beneficios tanto ecológicos como económicos, poco a poco las primeras propuestas para la

respectiva restauración de estos humedales fueron emergiendo (Bosire et al., 2008).

En 2008, el gobierno del Ecuador creó el decreto N°1391 que se enfoca en regular a las camaroneras que no hayan sido concesionadas por el gobierno y les obliga –al igual que a las que si fueron concesionadas– a reforestar las hectáreas de mangle que el gobierno estipule (Armijos et al., 2015). La Fundación Calisur es una alianza formada por medianos y pequeños camaroneros que se enfoca en la restauración del ecosistema manglar, la misma fue fundada en 2008 como una respuesta al decreto N°1391 (Fundación Calisur, 2014).

Para la restauración y reforestación de estos humedales, se utilizan principalmente tres tipos de mangle: *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *R. mangle* (Elster, 2000). Sin embargo, la Fundación Calisur específicamente utiliza el mangle rojo, *R. mangle*. Este tipo de mangle se localiza en zonas permanentemente inundadas, posee raíces adventicias que se desprenden tanto de su ramas o troncos con lenticelas que le ayudan para la captura de nutrientes y el intercambio gaseoso. La especie *R. mangle* también es una especie bastante resistente que puede tolerar periodos largos de sequías -siempre y cuando todavía exista un flujo leve de agua subterránea. Asimismo, estos mangles crecen mejor cuando están expuestos a plena luz solar y se adaptan a condiciones de inundación permanente. Si es que existe suficiente luz solar y las condiciones intersticiales y estuarinas son correctas, estos árboles pueden asegurar una dominancia alta donde hayan sido plantados (Pandy, R., 2013).

En este sentido, la especie *R. mangle* cuenta con semillas colgantes que les ayudan a dispersarse alrededor de su medio (Al & Negro, 2009). Estos propágulos son los que se utilizan principalmente para la reforestación de estos ecosistemas, aunque también pueden utilizarse plántulas de *R. mangle* que hayan sido o no producidas *in vitro* (Elster, 2000). El

esparcimiento de estos propágulos es relativamente simple, no se necesita cavar hoyos para los mismos. Tan solo se debe plantar la parte posterior del propágulo a 20 cm del sustrato. Otra ventaja de usar mangle rojo para la restauración del manglar es que estas especies vegetales casi no son susceptibles a enfermedades o plagas (Pandy, R., 2013).

La forestación o la reforestación de manglar es importante para la restauración de este humedal, sobre todo cuando áreas de este hayan sido deforestadas. Cabe recalcar que reforestación es la misma acción de forestar, pero en zonas que hayan sido deforestadas. Calisur desde 2007 se dedica a forestar áreas en las cuales no se han eliminado bosques de manglares. Por lo tanto, en Ecuador han existido esfuerzos de forestación de este tipo de bosque desde hace varios años. Sin embargo, nunca se ha creado un manual o guía que contenga las técnicas utilizadas en este proceso de rehabilitación del humedal (Armijos et al., 2015). Los manuales o guías se consideran importantes ya que en ellos se enuncia con mucho detalle los procesos realizados por una organización o persona para llegar a algún fin (Chuquicondor, 2012). Un manual para las buenas prácticas de forestación traería muchos beneficios tanto de tiempo como ahorro financiero a las distintas fundaciones, grupos de personas o empresas que se vean en la necesidad de restaurar los bosques de manglar.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Alcance del manual

El manual tuvo como propósito recolectar la experiencia acumulada por la Fundación Calisur hasta la fecha con las buenas prácticas de forestación, que está disponible para cualquier empresa, entidad o fundación que necesite restaurar este tipo de vegetación.

2.2. Sistematización de la información

2.2.1. Revisión y obtención de los datos

En cuanto a la obtención de la información, esta actividad fue dividida en dos etapas basada en el tipo de fuente de información.

Etapas 1

En esta etapa se recolectó toda la información documentada de las actividades y procedimientos que la Fundación Calisur ha realizado desde el año 2007 hasta la actualidad.

Etapas 2

Esta segunda etapa se la realizó por medio de entrevistas a los actores que están involucrados con la forestación. Las preguntas estuvieron enfocadas en obtener información directa del personal de la Fundación Calisur y los miembros de la Asociación de Cangrejeros (Apéndice A), quienes son los encargados de muchos de los pasos de esta actividad, con el objetivo de conocer el proceso de forestación para la elaboración del manual.

2.2.2. Observaciones de campo

Se comprobó la información obtenida ya sea en la documentación proporcionada por la Fundación Calisur al igual que los datos obtenidos en las entrevistas con salidas de campo para acompañar las actividades previas a siembra, así como también la trasplantación de los mangles. Primero se participó en la salida de campo para recolectar las semillas. Esta es una actividad importante porque la

calidad de la semilla asegurará el éxito de cada planta cuando sea sembrada en una nueva área. Segundo, se visitó el vivero, donde se siembran y se cuidan las semillas hasta que se convierten en plántulas de mangle. Todo el proceso se anotó tanto el sembrado como el mantenimiento de las plántulas. Finalmente, se procedió a la observación in situ de cómo la Fundación Calisur se encarga de la siembra de las plántulas en el terreno que ellos previamente han escogido. Se observó con detenimiento todo el proceso pues este último paso es el definitivo, donde se verá el resultado final de la forestación de los manglares.

2.3. Estructuración del manual

Para la estructuración del manual se revisó sistemáticamente algunas guías o manuales que han sido publicados en otros países. Estas publicaciones se obtuvieron a través de una búsqueda específica en Google Scholar. Se hizo un análisis comparativo de estas guías o manuales para obtener una estructura del manual que potencialmente se pueda adaptar al protocolo de trabajo que lleva Calisur. Las etapas que se seleccionó para el manual son: una introducción (sobre la importancia de los manglares y la especie *R. mangle*), selección del sitio, selección de semillas, proceso en vivero, siembra de plántulas y monitoreo post siembra.

2.4. Elaboración del manual

Una vez recopilada la información obtenida mediante las observaciones de campo, entrevistas, bibliografía e informes realizados por Calisur, se analizó y seleccionó la información que estuvo más relacionada a las técnicas de forestación y reforestación de manglares. Asimismo, se incorporó información sobre la importancia de los manglares, así como antecedentes sobre la reforestación de estas especies, en especial sobre *R. mangle*. Además, en esta sección se apoyará con una revisión de artículos académicos relacionados con este tópico usando las bases de datos de Google Scholar, Scielo, y Science Direct.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Búsqueda bibliográfica y manual

Como resultado de la búsqueda bibliográfica y las entrevistas con el personal de la Fundación Calisur se decidió colocar en el manual una breve introducción que explica la biología y ecología de *R. mangle*, y su importancia dentro de los bosques costeros tropicales (Figura 3.1). También, la mayoría de la explicación se centró en la especie *R. mangle* ya que la Fundación Calisur solo usa esta especie para la forestación. En el pasado, la Fundación Calisur ha intentado utilizar otras especies de mangle como *A. germinans* (mangle negro) y *L. racemosa* (mangle blanco), sin embargo, se ha dificultado encontrar las técnicas idóneas para la siembra, germinación y siembra de estas especies.

Para el caso de *A. germinans*, la forma del crecimiento de sus raíces y la gran cantidad de sedimento que necesita esta especie ha complicado encontrar resultados eficaces y por ende es más difícil de mantenerla en los viveros, por lo tanto, no se siembra. Asimismo, se intentó trabajar con *L. racemosa*, pero se encontró que al sembrarlas en el sitio seleccionado no resisten el oleaje como *R. mangle*. Sin embargo, en otros manuales de países como Papúa Nueva Guinea, Costa Rica y Filipinas, utilizan más de una especie para reforestar áreas de manglar (Asian Development Bank, 2018; Fundación Neotrópica, 2013; Primavera et al., 2012).

Aun así, los estudios sobre *R. mangle* afirman que esta especie tiene una gran tolerancia a los cambios drásticos de temperatura y salinidad, resultando que sea fácil adaptarse a los viveros (Pólit, 2016). Además, sus propágulos tienen una alta tasa de supervivencia en comparación con *A. germinans* y *L. racemosa* (Elster, 2000).



Figura 3.1 Mockup del manual de forestación de los manglares en Ecuador realizadas por la Fundación Calisur. El manual completo está en el Apéndice B.

3.2. Flujograma

También se realizó un flujograma donde se ha resumido todo el proceso de forestación y sus etapas (Fig. 2). Estas etapas se dividieron en sitio de selección, selección de semillas, manejo del vivero, siembra de plántulas y monitoreo post siembra. Se eligieron estas secciones ya que son los pasos generales para el proceso de forestación que se detectaron mediante la sistematización de la información de las entrevistas. También, se consideró el criterio que se han usado en otros manuales (Asian Development Bank, 2018; Fundación Neotropica, 2013; Primavera et al., 2012) que generalmente dividen el contenido de manera similar.

El proceso de la forestación de un manglar consiste en seleccionar el sitio donde se va a realizar la forestación, este debe cumplir con ciertos requisitos tales como: ausencia de plagas, sin corrientes fuertes, suelo no arenoso y signos de crecimiento de especies vegetales. Una vez seleccionado el sitio, se selecciona las semillas o propágulos maduros que estén sin plagas y además que no sean flexibles. Luego, se llena las fundas con sedimento extraído del manglar para sembrar los propágulos escogidos en el vivero. Después, se permite que la planta crezca y tenga entre 4 a 6 hojas para sembrarlas en el sitio seleccionado. Por último, se monitorea el lugar forestado cada 2 meses en un periodo de 2 a 4 años para

verificar el crecimiento de las plantas, se espera que en 4 años la planta haya alcanzado una altura de 2 metros.

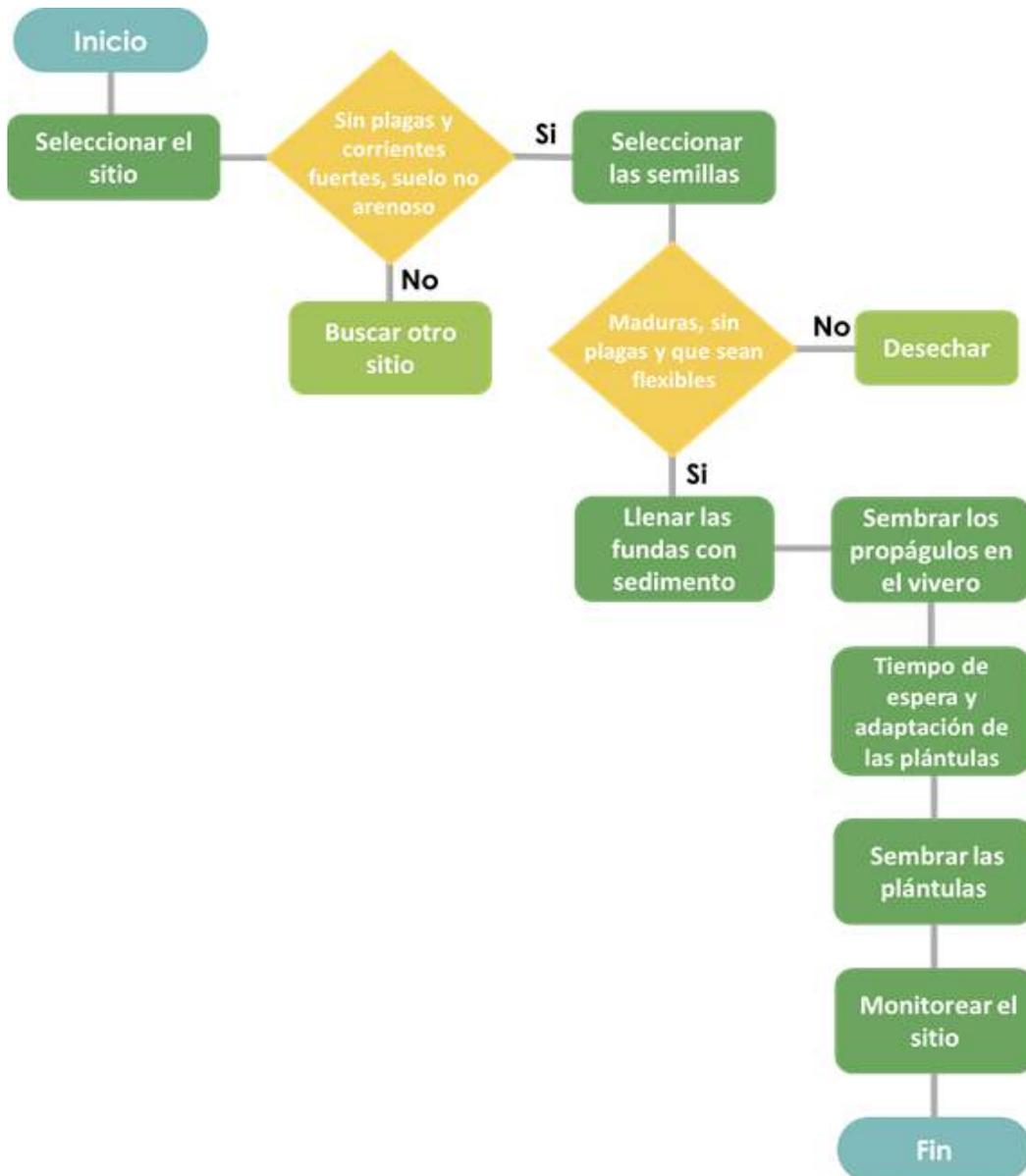


Figura 3.2 Flujograma del proceso de forestación de manglares.

Por otro lado, las plagas de balanos y del escarabajo (*Coccotrypes rhizophorae*) en los manglares causan una gran mortalidad en los viveros. Los cangrejos comedores de semillas también pueden afectarlos dependiendo de la abundancia de estos (Robertson et al., 1990). Pero el *C. rhizophorae* aumenta un 10 % de mortalidad en zonas reforestadas (Robertson et al., 1990). Esta plaga se puede identificar

fácilmente por los pequeños huecos y aserrín que produce el escarabajo en los propágulos (Arias & Molina-Moreira, 2019). Por lo tanto, *C. rhizophorae* es la que más afecta en la reforestación o forestación de manglares.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Un manual de forestación de manglares es muy importante y útil para difundir técnicas de forestación que serían muy necesarias para otras entidades, fundaciones o agrupaciones ecológicas que desearían aprender sobre este proceso.

Después de la entrevista de los principales involucrados en el proceso de forestación y de una búsqueda bibliográfica, se decidió que el manual sea dividido de manera que se cuente con una introducción y cinco etapas pertenecientes a la metodología de este proceso, las cuales son: selección del sitio, selección de semillas, manejo del vivero, siembra de plántulas y monitoreo post siembra.

El proceso más importante de la forestación es la selección de semillas, puesto que el éxito de la forestación depende de la correcta elección de simientes de manglar para asegurar la continuidad del proceso.

Tras haber intentado forestar tanto con *A. Germinans* (mangle negro) como con *L. Racemosa* (mangle blanco), se llegó a la conclusión de que *R. mangle* (mangle rojo) es la mejor especie de manglar para esta actividad. Esto se debe a la fácil manipulación que poseen sus semillas, su alta tolerancia a factores ambientales y su capacidad de adaptación a embanques arenosos.

Se determinó también un monitoreo del sitio forestado, el cual empieza una vez concluye la forestación. Este proceso se lo realiza cada dos o tres meses a lo largo de dos años y dependiendo del tamaño del sitio previamente seleccionado, este periodo puede extenderse hasta cuatro años.

4.2. Recomendaciones

Debido a que las técnicas de forestación para manglares se encuentran continuamente evolucionando, es recomendable actualizar la información y procesos de este manual mientras las mismas se estén desarrollando.

Se sugiere investigar otras especies de manglar en Ecuador para forestar, así como información de su germinación, mantenimiento en los viveros y técnicas de siembra.

La etapa de selección de semillas debe ser realizada por personal experto pues una semilla mal seleccionada puede acabar con hectáreas de plántulas de manglar.

Investigar más sobre las plagas de balanos y *C. rhizophorae* que atacan a los manglares para el desarrollo de técnicas de control biológico que combatan estas plagas.

La Fundación Calisur recomienda que la forestación se realice cuando la marea esté alta ya que de esta manera las canoas donde se llevan las plántulas pueden ser movilizadas sin ningún problema y la siembra se realiza más rápido.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, M., & Molina-Moreira, N. (2019). Biología y comportamiento de *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en propágulos del género *Rhizophora*. *Primer Congreso Manglares de América*, 1–12.
<http://www.manglaresdeamerica.com/index.php/ec/article/view/13/17>
- Armijos, M., Macuy, J., Mayorga, E., Rodríguez, L., & Clavijo, M. (2015). Análisis del impacto económico de la aplicación del Decreto N° 1391 en la regularización de la Industria Acuícola Camaronera del Ecuador. *Ciencia UNEMI*, 8, 11–20.
- Asian Development Bank. (2018). *Community-based mangrove planting handbook for papua new guinea*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22617/TIM189796-2>
- Bosire, J. O., Dahdouh-Guebas, F., Walton, M., Crona, B. I., Lewis, R. R., Field, C., Kairo, J. G., & Koedam, N. (2008). Functionality of restored mangroves: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 251–259. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.03.010>
- Carvajal, R., Santillán, X., Ministerio del Ambiente de Ecuador, Conservación Internacional Ecuador, UNESCO, & CPPS. (2019). *Plan de Acción Nacional para la Conservación de los Manglares del Ecuador Continental*.
- Chuquicondor, M. (mayo de 2012). Obtenido de Importancia de los manuales: <http://marciachuqui.blogspot.com/2012/05/importancia-de-los-manuales.html#:~:text=La%20importancia%20de%20los%20manuales,%C3%A1reas%20funcionales%20de%20la%20empresa>.
- Elster, C. (2000). Reasons for reforestation success and failure with three mangrove species in Colombia. *Forest Ecology and Management*, 131(1–3), 201–214.
[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00214-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00214-5)
- FAO. (2007). The world's mangroves 1980-2005. FAO Forestry Paper, 153, 89.
- Ferreira, A. C., Ganade, G., & Luiz de Attayde, J. (2015). Restoration versus natural regeneration in a neotropical mangrove: Effects on plant biomass and crab communities. *Ocean and Coastal Management*, 110, 38–45.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.03.006>
- Fundación Calisur. (2014). *Fundación Calisur*. Obtenido de ¿Qué es Fundación Calisur?: <http://fundacioncalisur.org/pagina-ejemplo/>
- Fundación Neotropical. (2013). *El Manglar un ecosistema para conservar. Manual de Reforestación* (E. Houndjinou (ed.); Primera).
- Goldberg, L., Lagomasino, D., Thomas, N., & Fatoyinbo, T. (2020). Global declines in human-driven mangrove loss. *Global Change Biology*, 26(10), 5844–5855.
<https://doi.org/10.1111/gcb.15275>
- Gorman, D. (2018). Historical losses of mangrove systems in south america from human-induced and natural impacts. *Coastal Research Library*, 25, 155–171.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-73016-5_8

- Hamilton, S. E., & Casey, D. (2016). Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). *Global Ecology and Biogeography*, 25(6), 729–738. <https://doi.org/10.1111/geb.12449>
- Hamilton, S. E., Lovette, J. P., Borbor-Cordova, M. J., & Millones, M. (2017). The Carbon Holdings of Northern Ecuador's Mangrove Forests. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(1), 54–71. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1226160>
- Kauffman, J. B., Arifanti, V. B., Hernández Trejo, H., Jesús García, M. del C., Norfolk, J., Cifuentes, M., Hadriyanto, D., & Murdiyarto, D. (2017). The jumbo carbon footprint of a shrimp: carbon losses from mangrove deforestation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 183–188. <https://doi.org/10.1002/fee.1482>
- Lee, S. Y., Primavera, J. H., Dahdouh-Guebas, F., Mckee, K., Bosire, J. O., Cannicci, S., Diele, K., Fromard, F., Koedam, N., Marchand, C., Mendelssohn, I., Mukherjee, N., & Record, S. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: A reassessment. *Global Ecology and Biogeography*, 23(7), 726–743. <https://doi.org/10.1111/geb.12155>
- López, F. V. (2018). Mangrove concessions: An innovative strategy for community mangrove conservation in Ecuador. In Coastal Research Library (Vol. 25, pp. 557–578). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73016-5_25
- Moncado, B. (2020). Depredadores del manglar y sin freno. Expreso. <https://www.expreso.ec/guayaquil/depredadores-manglar-freno-contaminacion-ambiente-90739.html>
- NOAA. (2020). What is a mangrove forest? *National Ocean Service*. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/mangroves.html>
- Pandy, R., & P. C. N. (2013). Floral and pollination ecology of *Rhizophora mucronata* in gulf of Kachchh, Gujarat, India. *International Journal of Botany and Research (IJBR)*, 3(4), 39–50.
- Pólit, M. (2016). *Sobrevivencia de propágulos de Rhizophora mangle sembrados en vivero en el islote del Rio Boca de Beche-Perdernaes (Manabi), bajo diferentes condiciones de salinidad y temperatura*. Universidad de Guayaquil.
- Primavera, J. H., Savaris, J. P., Bajoyo, B., Coching, J. D., Golbeque, R. L., Henderin, J. Q., Joven, R. V., Loma, R. A., Koldewey, H. J., & PTFCE. (2012). *Community-based mangrove rehabilitation. Training manual (First)*. Zoological Society of London.
- Robertson, A. I., Giddins, R., & Smith, T. J. (1990). Seed predation by insects in tropical mangrove forests: extent and effects on seed viability and the growth of seedlings. *Oecologia*, 83(2), 213–219. <https://doi.org/10.1007/BF00317755>

- Sousa, W. P., Quek, S. P., & Mitchell, B. J. (2003). Regeneration of *Rhizophora mangle* in a Caribbean mangrove forest: Interacting effects of canopy disturbance and a stem-boring beetle. *Oecologia*, 137(3), 436–445. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1350-0>
- Sorgato, V. (16 de AGOSTO de 2016). Ocho cosas que quizás no sabía sobre los manglares del Ecuador. *EL COMERCIO*, pág. 1.
- Spalding, M., Kainuma, M., & Collins, L. (2010). *World Atlas of Mangroves*. Earthscan. https://books.google.com.ec/books/about/World Atlas of Mangroves.html?id=wzSCkuIW9SQC&redir_esc=y
- UNEP. (2014). The importance of mangroves to people: A call to action. In *United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre*. <http://newsroom.unfccc.int/es/el-papel-de-la-naturaleza/la-onu-alerta-de-la-rapida-destruccion-de-los-manglares/>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Cuerpo de la entrevista realizada a los miembros de la asociación de cangrejeros y a los involucrados en el proceso de forestación de parte de la Fundación Calisur.

Entrevistas

Objetivo: Conocer los procesos de reforestación de manglares realizado por Calisur a través de entrevistas para elaborar el manual de forestación correspondiente.

1. ¿Por qué se involucró en la forestación de manglar?
2. ¿Cómo se enteró sobre la forestación de manglares?
3. ¿En qué procesos ha estado involucrado en la forestación?
4. ¿Conoce todo el proceso de forestación?
5. ¿Cuáles han sido los mayores problemas que han tenido?
6. ¿Qué criterios emplean para seleccionar el área a ser forestada?
7. ¿Cuál es la especie de mangles que más emplean y por qué?
8. ¿Qué criterios utilizan para seleccionar las semillas para el vivero?
9. En su experiencia ¿qué zonas de manglar muestran mejor producción de semillas en el Golfo de Guayaquil?
10. Por favor ¿Podría describir las etapas del proceso de forestación?
11. ¿Cómo es el manejo del vivero desde cuando llegan las semillas hasta cuando las plántulas de mangle están listas para la forestación?
12. ¿Cuál es el tiempo de duración en cada etapa?
13. ¿Podría enumerar brevemente los materiales usados para la forestación?
14. ¿Cómo le llaman a la técnica que usan para la forestación?
15. Después de la forestación ¿Realizan algún monitoreo del área? ¿Cómo es este monitoreo?
16. ¿Qué es lo que considera más importante en la forestación de manglares?
17. ¿La forestación de manglares le ha sido útil para su negocio? ¿Por qué?
18. ¿Cómo puede su asociación beneficiarse (Otra actividad que no sea cangrejos) de los manglares?

APÉNDICE B

En la siguiente página se presenta el manual completo de forestación de manglares de Ecuador.

MANUAL DE FORESTACIÓN DE MANGLARES EN ECUADOR

ENERO 2021

Juliana Salazar & Nancy Meras

espol





Estudiante

Juliana Andrea Salazar
Velásquez

Estudiante

Nancy Elizabeth Meras
Alcocer

Docente tutor

Gustavo Domínguez



Presidente

Boris Bohórquez Ortiz



Técnico

José García

Técnico

Darwin Tito

Autores: Juliana Salazar & Nancy Meras

Créditos fotográficos: Juliana Salazar & José García

PREFACIO

Los manglares son de gran importancia debido a que brindan varios servicios ecosistémicos como calidad de agua, alimento, protección costera, entre otros. Pero la deforestación debido a tala ilegal, cambio de uso de la tierra o construcción de camaroneras ha contribuido a grandes pérdidas de hectáreas de manglar en Ecuador. En 2008 se crea un decreto que se enfoca en regular las camaroneras para que reforesten. La cual nace la iniciativa de la Fundación Calisur, una alianza formada por medianos y pequeños camaroneros que se enfoca en la restauración del ecosistema manglar utilizando *Rhizophora mangle*.

Este manual se ha creado en base a las experiencias que ha tenido Calisur forestando hectáreas de manglar en la costa de Ecuador. El manual tiene como objetivo dar a conocer el proceso de forestación de manglares en Ecuador realizado por la fundación Calisur para que sirva de guía en el desarrollo de futuras restauraciones de este ecosistema.

El manual está dividido en las siguientes etapas: sitio de selección, selección de semillas, vivero, siembra de plántulas y monitoreo del sitio.



TABLA DE CONTENIDOS

PREFACIO	I
TABLA DE CONTENIDOS	II
INTRODUCCIÓN	1
<i>¿QUÉ SON LOS MANGLARES?</i>	<i>1</i>
<i>IMPORTANCIA DE LOS MANGLARES</i>	<i>1</i>
<i>RHIZOPHORA MANGLE</i>	<i>2</i>
FLUJOGRAMA	3
SITIO DE SELECCIÓN	3
SELECCIÓN DE SEMILLAS	5
VIVERO	6
SIEMBRA DE PLÁNTULAS	8
MONITOREO DEL SITIO	10
CONCLUSIONES	11
REFERENCIAS	12

INTRODUCCIÓN

¿QUÉ SON LOS MANGLARES?

Los manglares son arbustos grandes o árboles que crecen junto o dentro de una zona intermareal costera. Se caracterizan por estar adaptados a salinidades cambiantes, suelos anegados y a las inundaciones casi permanentes de sus raíces. Los manglares llegan a formar comunidades desde franjas con árboles atrofiados hasta amplios bosques fragmentados por los canales de un delta (Spalding et al., 2010). Se encuentran distribuidos en latitudes subtropicales y tropicales alrededor de la línea ecuatorial, debido a esta razón no soportan temperaturas menores a 0°C (NOAA, 2020). Estos ofrecen una variedad de servicios ecosistémicos tales como alimento, regulación de clima, calidad de agua, protección costera, entre otros.

IMPORTANCIA DE LOS MANGLARES

Los manglares poseen una gran biodiversidad debido a que provee diferentes hábitats para sitios de desove y nutrientes para diferentes organismos. Las comunidades aledañas se ven beneficiadas por la pesquería ya que tiene gran relevancia en garantizar el bienestar de las personas y ofrecer una fuente posible de proteínas. Las plantas asociadas a los manglares sirven como filtradores debido a que poseen una gran tolerancia a contaminantes y sales, ayudando a mantener el agua en buena calidad. Otro gran beneficio de los manglares es la protección costera ya que ayuda a reducir los efectos de tsunamis e inundaciones. Por último, se conoce que los manglares poseen las mayores reservas de carbono por unidad de superficie contribuyendo a la regulación del clima (UNEP, 2014).

En Ecuador hay 157 094.28 hectáreas de manglar, pero se han perdido 46 530.32 hectáreas desde 1969. Debido a la construcción de camaroneras, tala indiscriminada, sobreexplotación de recursos pesqueros, contaminación y fallas en los ordenamientos territoriales de los municipios ha causado la gran pérdida de los manglares (Carvajal et al., 2019). El cambio climático, el fenómeno de El Niño y la acumulación de sedimento también han fomentado su disminución. En 2008, el gobierno del Ecuador creó el decreto N°1391 para que las camaroneras reforesten hectáreas de mangle (Armijos et al., 2015). La fundación Calisur desde el 2007 ha estado comprometida en la labor de la forestación de manglares utilizando principalmente *Rhizophora mangle*.

RHIZOPHORA MANGLE

La *R. mangle* pertenece a la familia Rhizophoraceae y se localiza en zonas permanente inundadas. Se caracteriza por tener raíces adventicias que se desprenden de sus ramas o troncos con lenticelas que se involucran en la captura de nutrientes e intercambio gaseoso (Pandy, 2013). Poseen semillas colgantes conocidas como propágulos (Fig. 1), estos se dispersan fácilmente y son las que se utilizan para sembrar. Además, suele colonizar en la parte externa expuesta al oleaje y corrientes de agua (Al & Negro, 2009). Esta especie es la que utiliza la fundación Calisur para forestar debido a que es muy fácil de adaptarse y de sembrar en los viveros.



Figura 1. Propágulos de *R. mangle*.

Esta especie de mangle tolera largos periodos de sequías solo cuando hay de bajo un flujo leve de agua subterránea, crecen mejor cuando están expuestos a plena luz solar y se adaptan a condiciones de inundación permanente (Pandy, 2013). También resisten cambios drásticos de temperatura y salinidad (Pólit, 2016). En caso de las condiciones de luz solar, esturianas e intersticiales correctas suelen tener una dominancia alta en los bosques de manglares (Pandy, 2013).



Figura 2. Flores de *R. mangle*.

Pueden crecer hasta cuatro metros de alto con raíces adventicias en las ramas. Poseen hojas simples agrupadas con color de verde-olivo de forma ovada. Puede tener de 2 a 5 flores en racimos de color amarillo-blanco (Fig.2). La flor tiene 4 pétalos de forma lanceoladas. El fruto es de color café, mide 2-3 cm y con forma de baya (MAE & FAO, 2014).

FLUJOGRAMA

En el siguiente esquema está resumido el proceso de la forestación de manglares en Ecuador (Fig. 3). Este incluye siete pasos que son: selección de sitio, selección de semillas, llenado de fundas, siembra de propágulos, crecimiento de plántulas, siembra de plántulas y monitoreo del sitio.

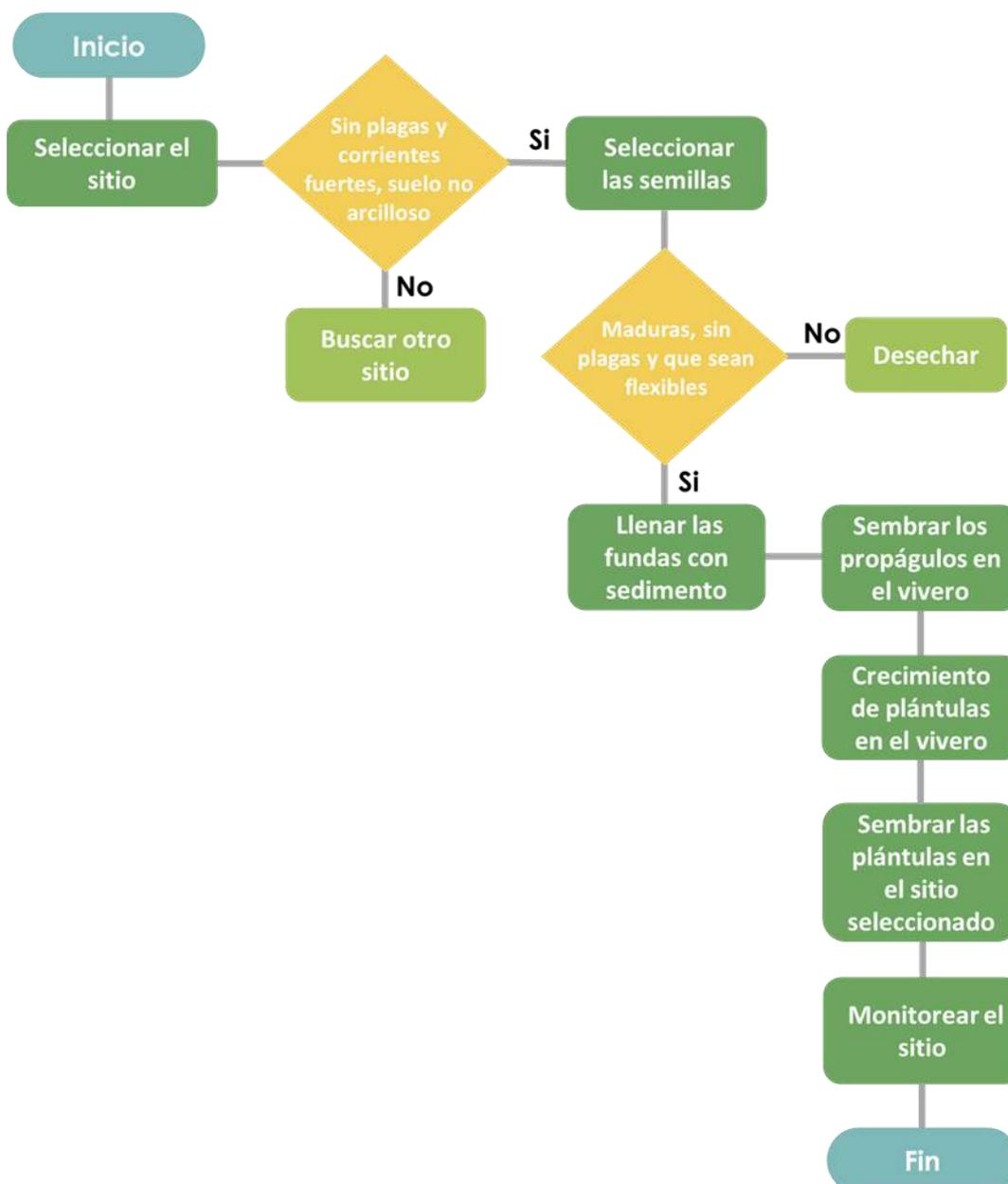


Figura 3. Flujograma sobre el proceso de forestación de manglares en Ecuador.

SITIO DE SELECCIÓN



Figura 4. Es preferible un sitio que se haya acumulado sedimento de manera natural.

La selección del sitio a forestar es fundamental para minimizar la financiación de proyectos, obra de mano, costos y pérdida de tiempo. Los sitios preferibles a elegir son llanuras de marea que estén expuestas a ríos, estas son sedimentos acumulados por las mareas en zonas resguardadas como estuarios (Fig. 4).

Los criterios de selección son los siguientes:

- Hay signos de crecimiento de especies de manglar y otras especies de animales características de los bosques de manglares tales como cangrejos, peces, entre otros.
- No debe haber mucha corriente y vientos.
- Preferible un lugar donde no haya infestación de balanos u otras plagas.
- El suelo no debe tener tanta profundidad. Se recomienda verificar la composición fisicoquímica del suelo, preferible que no sea arcilloso.

Una vez que se tenga el posible sitio, se debe realizar un seguimiento de 2 meses para evaluar que realmente sea factible forestar. El seguimiento consiste en:

1. Delinear el área a forestar, marcar con estacas y tomar la posición por medio de un GPS.
2. Realizar parcelas para hacer un conteo de números de plantas para verificar si han disminuido o aumentando las especies vegetales.

Una vez seleccionado el sitio a forestar, informar a la comunidad aledaña el sitio que se realizará la plantación de manglares para evitar inconvenientes debido al desconocimiento del proceso. Explicar los beneficios que trae la forestación de manglares, así como sensibilizar sobre la deforestación de los mismos.

SELECCIÓN DE SEMILLAS

Los criterios para la selección de semillas/propágulos son los siguientes:

- Deben estar libres de plagas, insectos y enfermedades. En especial hay un escarabajo (*Coccotrypes rhizophorae*) que hace agujeros a los propágulos y produce aserrín, en caso de ver semillas con estas características es mejor descartarlas ya que infectaran a las demás.
- Verificar la madurez de las semillas de *R. mangle*, estas deben ser de un color verde oscuro-rojizo.
- Las puntas de las semillas no deben estar rotas.
- Las semillas no deben ser tan flexibles porque esto indica deshidratación.
- En la provincia del Guayas, las mejores semillas se encuentran en el canal Jambelí, ubicado entre Balao y Naranjal.
- De acuerdo a estudios, la mejor época de recolección de semillas es en la estación lluviosa debido a que tienen un mejor peso, longitud e hidratación (Pólit, 2016).

El proceso para la recolección de semillas es el siguiente:

1. Seleccionar el personal capacitado para la recolección con el vestuario adecuado.
2. Tener un transporte para el lugar de recolección, se recomienda ir en bote.
3. Recoger las semillas que estén debajo de los árboles u orilla. Se recomienda no arrancar las semillas directamente del mangle debido a que los propágulos no han completado su fase de maduración.
4. Colocar los propágulos recolectados en fundas grandes y transportarlas al vivero.



Figura 5. Propágulos transportados al vivero.

VIVERO

Esta etapa comienza una vez que se hayan seleccionado las semillas y dura aproximadamente dos meses. Se recomienda que el sitio del vivero no debe estar cerca de áreas donde exista manglar u otras plantaciones, además debe contar con abundante sombra para facilitar el desarrollo de las plántulas.

La estancia en el vivero consiste en estas tres fases:

1. **Llenado de las fundas:** el sedimento debe provenir zonas cercanas al lugar de la siembra o debe tener las mismas características físico químicas del suelo medio, las fundas se llenan de la siguiente forma:
 - Colocar dicho sustrato en barriles que poseen dos aberturas en la parte inferior. Las mujeres de la asociación son las encargadas de esta tarea.
 - Llenar las bolsas aplastando con las manos los barriles repletos de lodo, así el sedimento sale por las aberturas inferiores hacia las fundas que se llenan debido a la presión ejercida.



Figura 6. Llenado de fundas con sedimento de manglar en el vivero.

2. **Siembra de los propágulos:** la siembra es relativamente sencilla simplemente se colocan los propágulos en cada funda individual llena de sedimento.
3. **Crecimiento y adaptación:** las plántulas de manglar son colocadas a la intemperie en piscinas a las que se les riega agua cada 48 horas, la misma que es drenada al final del día de riego. Este periodo puede durar dos meses (con un máximo de tres), en el cual la plántula presenta distintos cambios:
 - El propágulo plantado comienza a crecer, las raíces crecerán hacia abajo y las hojas poco a poco empiezan aparecer.
 - Se realizan mediciones cada 15 días, tomando como muestra el 0.5% de la población, calculando la altura, nudos hojas y raíz de cada plántula.
 - Se calcula el índice de crecimiento y cuando este llega a 500 la planta está lista para ser transportada.



Figura 7. Plántulas en el vivero.

SIEMBRA DE PLÁNTULAS

Antes de comenzar a ser plantadas, las plántulas deben ser embaladas y transportadas al sitio de forestación, por medio de camiones cubiertos para después ser movilizadas en los botes, lanchas o canoas que ayudaran en la siembra. Es recomendable realizar este procedimiento en marea alta. Aproximadamente se plantarán cuatro mil plántulas por cada 4 horas de trabajo.

Los materiales para la siembra son los siguientes:

- 6 canoas
- 2 botes
- Plántulas del vivero
- GPS
- Estacas
- Personal capacitado (12 personas)

El proceso de siembra se detalla a continuación:

1. Fabricar a partir del propio sedimento del manglar una cama para que las plántulas reposen hasta que la marea sea la correcta.



Figura 8. Cama para las plántulas.

2. En cada canoa colocar 30 paquetes grandes que contienen 10 fundas individuales de plántulas, por lo que cada lancha alberga alrededor de 300 plantas.



Figura 9. Transporte de plántulas en canoas hasta el sitio seleccionado para forestar.

3. Ubicar las canoas en hileras y en línea horizontal depositar las plantas, con una separación aproximada de 5 metros de ancho entre cada plántula.
4. A medida que se va plantando señalar con las estacas la línea horizontal donde se siembra.
5. Tomar varios puntos de referencia con el GPS a mientras se van sembrando las plántulas.

MONITOREO DEL SITIO

El monitoreo del área se realiza cada dos o tres meses durante aproximadamente dos años y el procedimiento es el siguiente:

1. Realizar parcelas y marcar el área con estacas, tomando como referencia los puntos GPS tomados durante la siembra de plántulas (o de ser el caso las palancas).
2. Numerar las plantas presentes en cada parcela.
3. Medir la altura y el ancho del tronco de las plantas.
4. Contar las hojas y nudos que hayan aparecido en las plántulas.
5. Aproximadamente cada 3 meses se debe revisar las raíces, verificando así su implantación en el sustrato.
6. Tomar nota de lo anterior para ir comparando los datos mientras dure el monitoreo.
7. Evaluar cómo se va desarrollando el mangle en el área designada.

Dependiendo de cuán grande sea la zona de forestación el monitoreo puede extenderse hasta 4 años. En general, en ese tiempo la planta alcanza los dos metros y se adapta a su entorno.



Figura 10. Plántulas sembradas para su posterior monitoreo.

CONCLUSIONES

- *Rhizophora mangle* es la mejor especie para la forestación, esto se debe a que es muy resistente, fácilmente manipulable y una vez plantada existirá alta dominancia de este tipo de mangle. Además, una vez plantada esta especie, la marea traerá de manera natural individuos de tanto mangle blanco como mangle negro, así empezará una competencia entre estas especies y poco a poco la sucesión ecológica se llevará a cabo.
- La etapa más importante es la de selección de semillas puesto que depende de las mismas el éxito de la siembra. Estas semillas no deben estar dañadas ni deshidratadas, pero, sobre todo, se debe tener en cuenta que no tengan el escarabajo ya que este insecto puede acabar con toda una plantación de mangle.
- La mejor forma de sembrar las plántulas de mangle rojo es durante la marea alta ya que la misma facilita el paso de las canoas por la zona.
- La implementación del GPS facilitó monitorear el sitio una vez se hubo concluido la siembra puesto que muchas veces las estacas que señalaban las parcelas podían perderse mientras que el GPS proporcionó puntos de referencia fijos.
- Si se desean obtener plántulas más grandes de mangle rojo se debe realizar previamente a la siembra una re-implantación y re-fertilización del sustrato presente en la funda, así se lograrán individuos mucho más altos de *R. mangle*.



Figura 11. Bosque de manglares en Guayaquil, Ecuador.

REFERENCIAS

Al, R., & Negro, H. (2009). *El Manglar*, c, 2009–2009.

Armijos, M., Macuy, J., Mayorga, E., Rodríguez, L., & Clavijo, M. (2015). Análisis del impacto económico de la aplicación del Decreto No 1391 en la regularización de la Industria Acuícola Camaronera del Ecuador. *Ciencia UNEMI*, 8, 11–20.

Carvajal, R., Santillán, X., & Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2019). Plan de Acción Nacional para la Conservación de los Manglares del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente de Ecuador. *Marco de Planificación Nacional*, 37–80.

MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador), & FAO. (2014). *Árboles y arbustos de los manglares del Ecuador* (p. 48).

NOAA. (2020). What is a mangrove forest? *National Ocean Service*.
<https://oceanservice.noaa.gov/facts/mangroves.html>

Pandy, R., & P. C. N. (2013). Floral and pollination ecology of *Rhizophora mucronata* in gulf of Kachchh, Gujarat, India. *International Journal of Botany and Research (IJBR)*, 3(4), 39–50.

Pólit, M. (2016). *Sobrevivencia de propágulos de Rhizophora mangle sembrados en vivero en el islote del Rio Boca de Beche-Perdernaes (Manabi), bajo diferentes condiciones de salinidad y temperatura*. Universidad de Guayaquil.

Spalding, M., Kainuma, M., & Collins, L. (2010). *World Atlas of Mangroves*. Earthscan.
https://books.google.com.ec/books/about/World_Atlas_of_Mangroves.html?id=wzSCKulW9SQC&redir_esc=y

Pandy, R., & P. C. N. (2013). Floral and pollination ecology of *Rhizophora mucronata* in gulf of Kachchh, Gujarat, India. *International Journal of Botany and Research (IJBR)*, 3(4), 39–50.

UNEP. (2014). The importance of mangroves to people: A call to action. In *United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre*.