

**Área de Conservación Osa (ACOSA), Humedal Nacional
Térraba Sierpe, Área de Conservación Osa, Puntarenas,
Costa Rica**

**Proyecto: "Fortalecimiento efectivo de los ecosistemas mangles
en Costa Rica (Térraba Sierpe) y mejoramiento de la calidad de
vida de la población costera nativa"**

Permiso de investigación No. INV-ACOSA-024-19

Grupo de investigación:

Joan Montero Eduarte Investigador

Max Villalobos Vargas Co-Investigador

Adrián Torres Aguirre Asistente

Autores: Javier Rodríguez-González, Roberto Rodríguez-Sánchez

OSA CONSERVATION, PUERTO JIMÉNEZ

Periodo: 19 de junio del 2019 al 21 de junio del 2020



Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	3
2.	OBJETIVOS.....	4
2.1.	OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	4
2.3.	DURACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	4
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3.1.	ÁREA DE ESTUDIO.....	5
3.2.	ENFOQUES METODOLÓGICOS.....	6
3.3.	MONITOREO.....	8
3.3.1.	PARCELAS PERMANENTES DE MUESTREO (PPM).....	8
3.3.2.	VARIABLES EN ÁRBOLES PLANTADOS.....	9
4.	RESULTADOS.....	10
4.1.	SELECCIÓN DE LOS SITIOS.....	10
4.2.	SELECCIÓN DE ESPECIES.....	10
4.3.	INFORME DE COLECTA DE SEMILLAS.....	10
4.4.	REMOCIÓN DEL HELECHO.....	11
4.5.	USO Y DESTINO DEL MATERIAL COLECTADO (SIEMBRA Y/O PLANTADO).....	12
4.5.1.	SIEMBRA DIRECTA.....	13
4.5.2.	PLANTADO DE ÁRBOLES DE VIVERO.....	13
4.6.	MANTENIMIENTOS.....	13
4.7.	RESIEMBRA.....	13
4.8.	SALINIDAD.....	14
4.9.	PRINCIPALES OBSERVACIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL DE 10 HA.....	14
4.10.	INFORME DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	15
4.11.	RECOMENDACIONES DE MANEJO.....	16
4.11.1.	<i>RHIZOPHORA MANGLE</i>	16
4.11.2.	<i>RHIZOPHORA RACEMOSA</i>	16
4.11.3.	<i>PELLICIERA RHIZOPHORAE</i>	16
4.11.4.	<i>AVICENIA GERMINANS</i>	17
4.11.5.	<i>ACROSTICHUM AUREUM</i>	17
5.	TRANSFERENCIA Y MEJORA DE CAPACIDADES.....	17
5.1.	CAPACITACIÓN SOBRE MANEJO Y APLICACIÓN DE LOS DRONES EN LA CONSERVACIÓN.....	17
	31 DE ENERO DEL 2020.....	17
5.2.	CAPACITACIÓN DEL CURSO JÓVENES CONSERVACIONISTAS.....	18
	27 DE ENERO DEL 2020.....	18
5.3.	PRIMER CAPACITACIÓN SOBRE EL USO DE INSTRUMENTOS PARA INSTALACIÓN DE PARCELAS Y MONITOREO.....	19
	21 DE ENERO DEL 2020.....	19
5.4.	DONACIÓN GPS.....	19
5.5.	PUESTO CONTROL AJUNTADERAS.....	19
5.6.	DIVULGACIÓN.....	19
5.7.	ACCIONES A FUTURO.....	19
	MONITOREO.....	19
	NUEVAS ÁREAS POR RESTAURAR.....	19
	PUBLICACIONES.....	19
6.	ANEXOS.....	20
6.1.	ANEXO 1.....	20

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del Humedal Nacional Térraba-Sierpe y las áreas intervenidas.....	5
Figura 2. Áreas de manglar intervenidas por el proyecto Fortalecimiento efectivo de los ecosistemas mangles en Costa Rica en el HNTS.	6
Figura 3. Diseños de corta y siembra para restauración de manglar en el Humedal Nacional térraba-Sierpe, costa rica.....	7
Figura 4. Parcelas de muestreo en los diseños de siembra para la restauración de manglar en el Humedal Nacional Térraba-Sierpe, Costa Rica.	9
Figura 5. Colecta de semillas de Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) en proyecto de restauración de manglar en el Humeda Nacional Térraba-Sierpe.....	11
Figura 6. Diseños de Remoción del helecho negraforra en el proyecto de restauración de manglar en el Humedal Nacional Térraba-Sierpe. Izquierda: Remoción Completa; Derecha: Remoción en Franjas y Remoción Completa	12
Figura 7. Transporte de plantas de vivero al campo en proyecto de restauración de manglar en el Humedal Nacional Térraba-Sierpe.	12
Figura 8. Miembros de APREMAA realizando labores de mantenimiento en el proyecto de restauración de manglares en el HNTS.	13
Figura 9. Ubicación de las áreas intervenidas correspondientes al ensayo de investigación “Fideicomiso Osa” de 10 hectáreas.	15
Figura 10. Primeros árboles de regeneración natural en el proyecto de restauración de manglares en el HNTS. .	16
Figura 11. Flor y frutos de <i>Pelliciera Rhizophorae</i> producida por arboles del proyecto de restauración en el Humedal Nacional Térraba-Sierpe.	17
Figura 12. Capacitación a funcionarios de SINAC sobre el uso y aplicación de drones en la conservación y monitoreo de áreas protegidas. Asistentes: Julio César Solano Durán (Funcionario Reserva Forestal Golfo Dulce), Alejandro Azofeifa (Funcionario Parque nacional Corcovado), Eloy Olmos funcionario (Parque nacional Corcovado), Danny Herrera (Funcionario Parque nacional Corcovado).....	18
Figura 13. Grupo de jóvenes del curso “Jóvenes conservacionistas” Adrián torres, Jeremy Quirós Navarro, Jorge De la O Castro, Eblim Pereira Mejia, Natalia Gómez, María José, Francini Guido, Randall Montoya-Solano, Jessica Copeland, Javier Rodríguez (Conservación Osa), Keylin Castro Avendaño.....	18
Figura 14. Capacitación en el uso de instrumentos (GPS, Brújula, Cintas métricas, etc) a miembros de la comunita de Ajuntaeras, Sierpe. Adrián Torres (Miembro de APREMAA)	19

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Nomenclatura por emplear en la descripción de las subparcelas del monitoreo de las áreas.	8
Cuadro 2. Reporte de semillas colectadas entre el periodo 2019-2020 para restauración de manglar en el Humedal Nacional térraba-Sierpe, Costa Rica. R (Remoción); C (Completa); F (Franjas); L (Líneas); N (Núcleos); Re (Reclutamiento); D (Siembra directa); V (plantas vivero); E-UNA(Ensayo colaboración Una)	11
Cuadro 3. Salinidad y temperatura según estado de la marea obtenidas en diferentes localidades de los manglares del Humedal Nacional Térraba Sierpe.....	14
Cuadro 4. descripción de áreas según: diseños: (RCL: remoción completa líneas- RCR: remoción completa reclutamiento- RL: remoción en líneas) ; siembra: (V: vivero- D: siembra directa); especies (A: mangle alto-P: mangle piñuela- R: mangle rojo); Área; Fecha de remoción del helecho; Fecha de sembrado o plantado y Fecha de mantenimiento.....	20

Proyecto: "Fortalecimiento efectivo de los ecosistemas manglares en Costa Rica (Térraba Sierpe) y mejoramiento de la calidad de vida de la población costera nativa"

Permiso de investigación No. INV-ACOSA-024-19

1. Introducción y antecedentes

En Costa Rica los ecosistemas de manglar perdieron entre 1990 y 2012 cerca de 4.000 hectáreas (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2012); el HNTS no escapa a esta realidad y desde 1950 la deforestación junto con otras actividades productivas han desplazado estos ecosistemas convirtiéndose en una verdadera amenaza (Acuña-Piedra & Quesada-Román, 2017). Hasta 1996 se dio la extracción legal de madera de mangle con fines comerciales dentro del humedal (Lobo, Alvarado, Durán, Ruiz-Boyer, & Quesada, 2014), siendo utilizada para la producción y comercialización de carbón, madera y taninos. Con la designación del HNTS como sitio de importancia internacional por la convención RAMSAR en 1995 y la Ley Forestal N°7575 de 1996, se prohíbe la corta de mangle y se da al estado la potestad de realizar labores de investigación, ecoturismo y capacitaciones (Lobo, Alvarado, Durán, Ruiz-Boyer, & Quesada, 2014).

Producto de la nueva legislación muchas áreas quedaron abandonados y desprovistas de cobertura, siendo evidente el resultado de un manejo inadecuado por más de 50 años. A pesar de del tiempo transcurrido, muchas de las áreas no se han logrado regenerar de forma natural siendo el helecho comúnmente conocido como "negraforra" (*Acrostichum aureum*) una de las principales barreras que impiden el establecimiento y restauración pasiva del manglar. El efecto negativo del helecho sobre la regeneración del manglar también ha sido descrito en otras latitudes (Medina, Cuevas, Popp, y Lugo 1990), la afectación se debe principalmente a que el helecho crece en grupos con altas densidades impidiendo que las semillas o propágulos del manglar lleguen al suelo. Según Barrantes y Cerdas (2015) se estima que en el HNTS existen más de 2.000 hectáreas cubiertas con el helecho y su frecuencia es mayor en las partes internas del humedal.

El helecho *A. aureum* familia Pteridaceae tiende a ser dominante en áreas disturbadas con exposición completa a la luz; es una especie con amplia distribución mundial y es considerada nativa en el HNTS. Con la intención de aumentar la cobertura del ecosistema de manglar, desde 2017 Conservación Osa ha ejecutado un proyecto de restauración activa de manglar; hasta el momento se tienen 30,6 hectáreas bajo distintos tratamientos y se pretende continuar realizando ensayos y recopilando información para poder determinar las mejores técnicas en costo y eficiencia.

El helecho ha sido removido de forma manual (para tener la menor afectación en el ecosistema) con ayuda de la Asociación de Piangueros, Recursos Marinos y Afines de Ajuntaderas (APREMAA) quienes además han colaborado en la siembra y mantenimiento de los sitios. Con los distintos tratamientos de corta y siembra, se tiene como objetivo definir el mejor método tanto ecológica como económicamente.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Rehabilitar a bosque de manglar 50 hectáreas deforestadas y colonizadas por el helecho *Acrostichum aureum*, esto mediante manejo activo en el Humedal Nacional Terraba-Sierpe, Costa Rica.

2.2. Objetivo Específico

- Establecer una fuente alternativa de ingresos a APREMAA mediante su colaboración en la creación de viveros y suministro de plantas de mangle, así como la siembra de estas y preparación del terreno en las parcelas de rehabilitación.
- Generar documentación y transferencia de experiencias en cuanto a mecanismos de rehabilitación de manglar en sitios colonizados por *Acrostichum aureum*, esto con el fin de dotar al país de una base para el éxito en futuros esfuerzos de rehabilitación de manglar.
- Buscar la cooperación con representantes oficiales y actores locales con el fin de asegurar el intercambio de metodologías y conocimientos para el éxito de las acciones de rehabilitación de manglar en el Humedal Nacional Terraba Sierpe.

2.3. Duración del proyecto de Investigación

El proyecto de restauración de manglares dentro del Humedal Nacional Terraba-Sierpe en Coordinación de SINAC, el Área de Conservación Osa (ACOSA) y Osa Conservation inicia en 2017, la ejecución en campo tiene inicio en el 2018 con lo que se obtuvieron los hallazgos iniciales que se plasmaron en el informe final del permiso de investigación **No. INV-ACOSA-016-18**.

El permiso de investigación tuvo una actualización que fue aprobado mediante el permiso de investigación **No. INV-ACOSA-024-19** (al cual corresponde este informe) con un periodo de vigencia entre el 19 de junio de 2019 hasta el 21 de junio de 2020.

El 05 de mayo de 2020 se hace la solicitud de ampliación para el proyecto de investigación. Entre los objetivos de Osa Conservation está el continuar generando información que permita determinar la mejor técnica económica y ecológicamente para la restauración de áreas dominadas con el helecho *Acrostichum aureum*.

3. Materiales y Métodos

3.1. Área de estudio

El estudio se localiza en el área silvestre protegida del Humedal Nacional Térraba Sierpe (HNTS), Puntarenas, Costa Rica bajo la administración del Área de Conservación Osa (ACOSA)(Figura 1). El humedal cuenta con una extensión aproximada de 30.653 hectáreas que comprende los ecosistemas de humedal estuarino, lótico, palustre y lacustre. El sector estuarino (manglar) cuenta con una superficie aproximada de 14.637 ha de las cuales se estima que más de 2.000 están cubiertas por el helecho *Acrostichum aureum*.

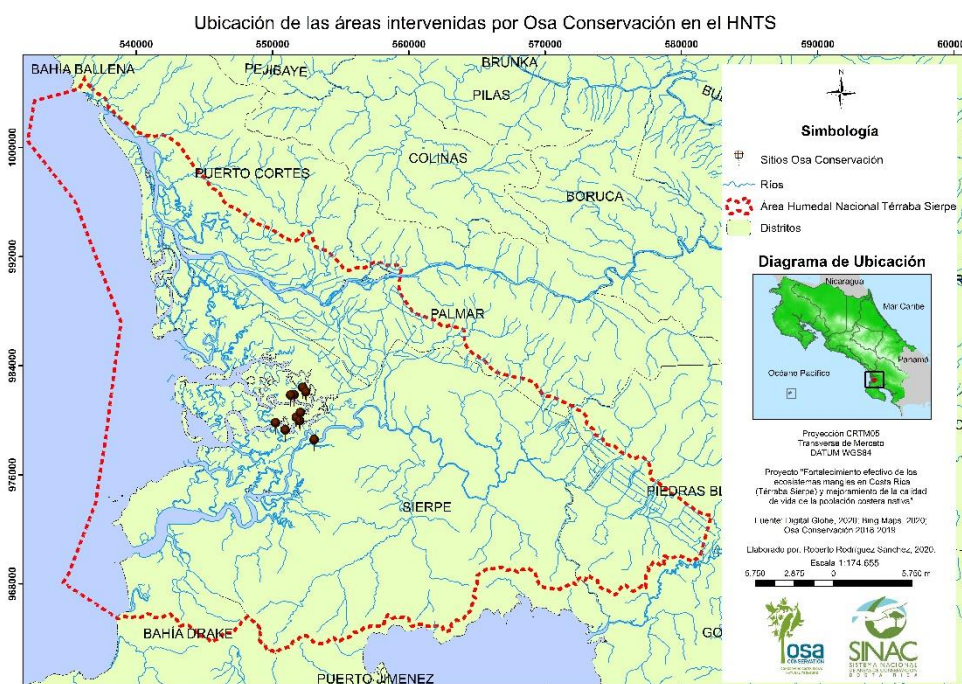


Figura 1. Mapa de ubicación del Humedal Nacional Térraba-Sierpe y las áreas intervenidas.

Según Lobo, Alvarado, Durán, Ruiz-Boyer, y Quesada (2014), en el HNTS la zonas de vida presentes son Bosque húmedo tropical transición a perhúmedo, Bosque muy húmedo premontano transición a basal, Bosque Húmedo tropical y Bosque muy húmedo tropical. La precipitación promedio anual es de 4000 a 6000 mm con temperatura media de 26.5°C a 27 °C y humedad relativa supera el 90% durante casi todo el año (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2012).

Se definen dos zonas de trabajo y un ensayo en colaboración con la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) (Figura 2); actualmente se cuenta con un total de 30,6 hectáreas en restauración bajo distintos tratamientos y se pretende aumentar estas áreas en lo que resta del 2020.

Las áreas de ubicadas al norte del humedal, en la zona conocida como “la catorce” corresponden a las áreas intervenidas del Fideicomiso Osa (10 hectáreas) y fueron realizadas mediante el permiso de investigación No. INV-ACOSA-024-19 ; mientras que las áreas al sur del humedal en los sitios conocidos como “Cantarrana”, “Vuelta del Cedro”, “Rompe Cuerda” y “Trocha Oscura” pertenecen a las áreas intervenidas en colaboración con bluesensus (20 hectáreas) que además incluyen el ensayo con la Universidad Nacional (0,6 hectáreas) y fueron realizadas mediante el permiso de investigación No. INV-ACOSA-016-18.

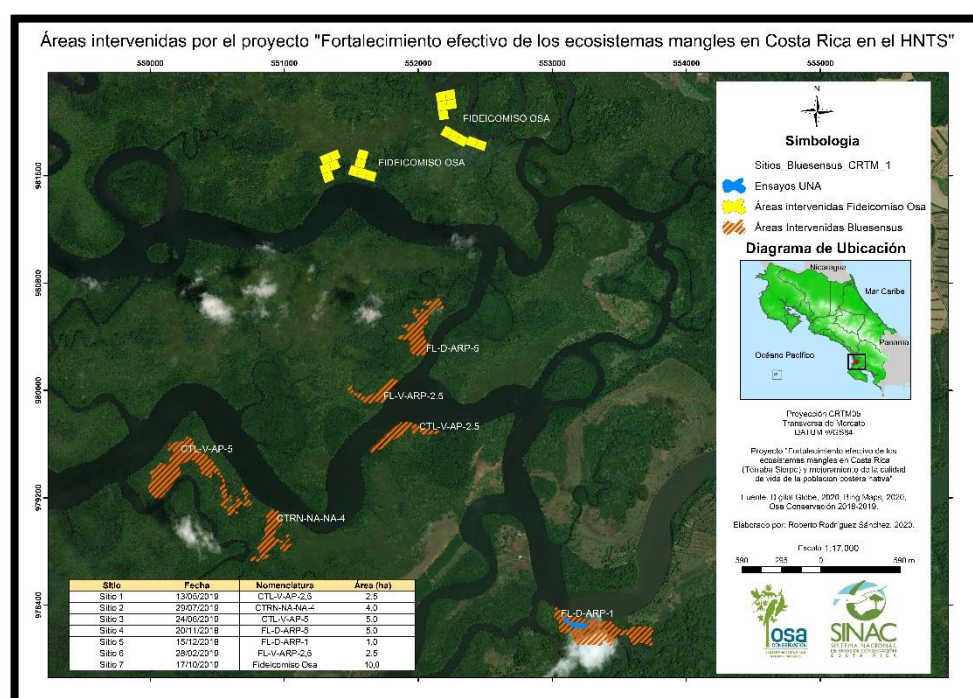


Figura 2. Áreas de manglar intervenidas por el proyecto Fortalecimiento efectivo de los ecosistemas mangles en Costa Rica en el HNTS.

3.2. Enfoques metodológicos

Conservación Osa ha desarrollado distintos enfoques para la restauración de los ecosistemas de manglar dentro del Humedal Nacional Terraba-Sierpe manteniendo un constante monitoreo para determinar la mejor técnica económica y ecológicamente. Inicialmente se logró determinar que la principal barrera que impide el establecimiento de los árboles de mangle es el helecho nativo *Acrostichum aureum*, comúnmente conocido como “negra forra” perteneciente a la familia Pteridaceae. El helecho tiende a ser dominante en áreas con exposición plena a la luz, desarrollándose en grupos densos y cubriendo extensas áreas. El comportamiento ecológico del helecho ha impedido la regeneración natural del manglar.

Con la intención de favorecer la restauración de este ecosistema, se ha hecho remoción manual del helecho, siembra de árboles y siembra directa de semillas. Las distintas técnicas que se han implementado tienen diferentes costos económicos y rendimientos (ecológicos-laborales), por lo que se mantiene control y monitoreo constante.

Entre los distintos diseños (Figura 3) se han logrado establecer bajo restauración 30,6 hectáreas distribuidas de la siguiente manera:

- 1) **Diseño Experimental (10 hectáreas):** Se lograron establecer cinco diseños de siembra distintos. Cada diseño tiene una longitud de 70 x 70 metros (equivalente a 4900 m²). Se prepararon 4 bloques en distintas ubicaciones y cada bloque tiene una representación de los 5 diseños; por lo tanto, se tienen 4 repeticiones por diseño.
 - a. **Testigo (T):** sin corta o remoción del helecho “negraforra”.
 - b. **Remoción en franjas (RF):** Consiste en la remoción del helecho en franjas de once metros de ancho; dejando líneas intermedias de cinco metros con helecho. En cada franja de once metros se establecieron tres líneas de siembra con un distanciamiento de 2,5 metros entre árboles. Además, se utilizó el método de siembra directo y con este diseño se logra la remoción de un 64 % del helecho por hectárea.

- c. **Remoción en franjas y núcleos (RFN):** consiste en la remoción del helecho en franjas de once metros ancho; dejando líneas intermedias de cinco metros con helecho. En cada franja de once metros se realizó la siembra directa de 15 árboles en núcleos de diez metros de diámetro. Este método logra la remoción de un 64 % del helecho por hectárea.
 - d. **Remoción completa núcleos (RCN):** consiste en la remoción completa del helecho. Se realizó la siembra directa de 15 árboles en núcleos de diez metros de diámetro. Este método logra la remoción de prácticamente la totalidad del helecho por hectárea.
 - e. **Remoción en Núcleos (RN):** consiste en la remoción del helecho en núcleos de diez metros de diámetro donde se sembraron de forma directa 15 árboles. La remoción del helecho por hectárea ronda el 23 %.
 - f. **Remoción completa siembra en líneas(RCL):** consiste en la remoción completa del helecho, se hizo una siembra en líneas con un distanciamiento entre arboles de 2,5 x 2,5 metros. Este método logra la remoción de casi el 100 % del helecho por hectárea.
- 2) **Diseño experimental Corta Remoción en líneas (RL) (8,5 hectáreas):** Consiste en una franja libre de negra forra de dos metros de ancho con líneas intermedias de negra forra de 2,5 metros de ancho . Existe un distanciamiento entre plantas de 2,5 x 4,5 metros. Bajo este método se han plantado 8,5 hectáreas.
 - 3) **Diseño experimental Corta Remoción Completa siembra en líneas (RCL) (7,5 hectáreas):** Consiste en la remoción completa del helecho, se hizo una siembra en líneas con un distanciamiento entre arboles de 2,5 x 2,5 metros. Este método logra la remoción de casi el 100 % del helecho por hectárea. Bajo este método se han plantado 7,5 hectáreas.
 - 4) **Diseño experimental Remoción reclutamiento (RCR) (4 hectáreas):** Consiste en remover el helecho en forma completa. No tiene siembra pues se pretende monitorear la colonización natural. Se hizo la apertura de 4 hectáreas.
 - 5) **Ensayo Monitoreo en colaboración con la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) (E-UNA):** Un diseño de bloques completos al azar, el mismo consiste en 4 bloques con 4 parcelas cada uno de 20 x 20 m (400 m²) para 1600 m² por bloque y un total de **6400 m²** de área de investigación. Cada bloque contiene parcelas de: a) Remoción completa b) Liberación en franjas c)Liberación en rodajea d)Remoción reclutamiento.

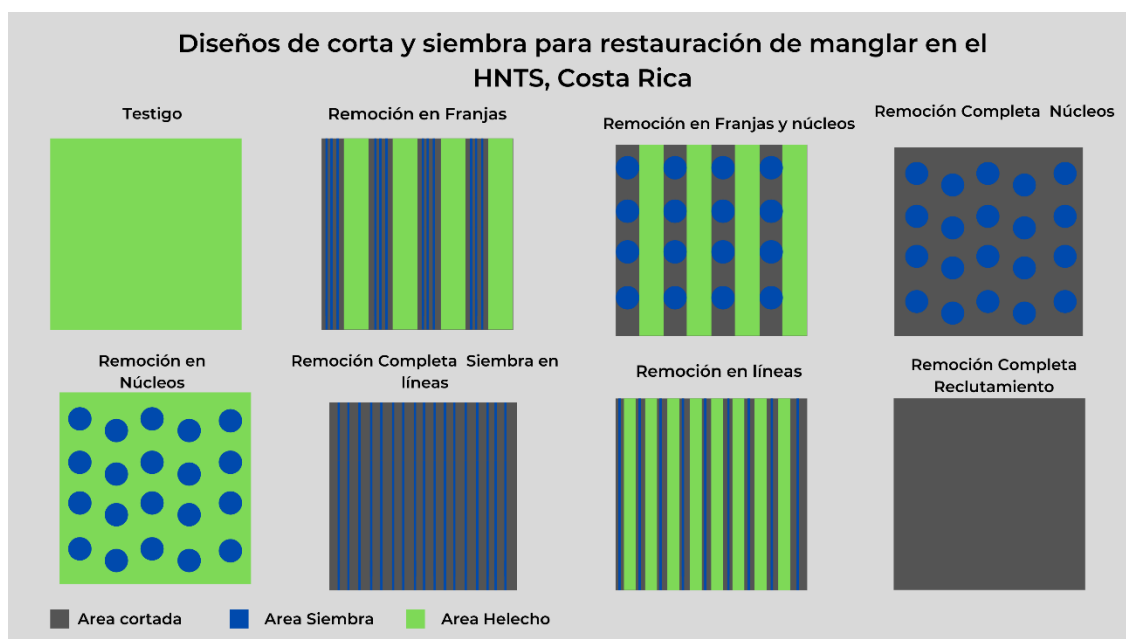


Figura 3. Diseños de corta y siembra para restauración de manglar en el Humedal Nacional térraba-Sierpe, costa rica

3.3. Monitoreo

Además de realizar el monitoreo en colaboración con la Universidad Nacional, se tiene planeado monitorear el total de áreas (30,6) bajo algún tratamiento de restauración. Se establecerán parcelas permanentes para monitorear el desarrollo de los árboles bajo los distintos tratamientos. Los datos colectados ayudarán a tomar las decisiones en cuanto al uso de las especies y los mejores tratamientos de restauración.

****Hasta el momento sólo se ha establecido parcelas en 10 ha correspondientes al Diseño experimental de 10 hectáreas con cinco diseños de siembra distintos y cada diseño con una longitud de 70 x 70 metros (equivalente a 4900 m²). ** El monitoreo realizado se detalla en los apartados (3.3.1 y 3.3.2)**

3.3.1. Parcelas permanentes de muestreo (PPM)

En cada uno de los diseños se instalaron cuatro parcelas permanentes de muestreo (PPM) cuadradas de 10 x 10 m, que juntas alcanzan un área total de muestreo de 400 m². En total, cada diseño tiene 16 PPM lo que equivale a 1.600 m² bajo monitoreo. En algunos sitios se instalaron parcelas de 8 x 12,5 m, debido a que las condiciones de este imposibilitaban establecer parcelas de 10 x 10.

Las esquinas de las parcelas se diferencian con tubos PVC de ½ pulgada de longitud de 1,3 m que se enterraron a 0,4 m, aproximadamente, y tienen una marca de pintura fluorescente para diferenciarlas en el campo. Todas las parcelas tienen la información para identificarlas que se agregó con cinta topográfica y contiene: el número de bloque, el tipo de diseño, distribución de siembra y el número de parcela. Para ello se empleará una nomenclatura (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Cuadro 1. Nomenclatura por emplear en la descripción de las subparcelas del monitoreo de las áreas.

Tipo de corta		Distribución de siembra	
Remoción Franjas	RF	Líneas	L
Remoción completa	RC	Núcleos	N
Remoción Núcleos	N	Regeneración natural	RN

La disposición de las parcelas es a diferentes distancias del río para evaluar la influencia que tiene este en el crecimiento de los árboles. Están distribuidas en cuatro zonas: Frente: ubicado a la orilla del cuerpo de agua siempre albergará la parcela 1; Zona intermedia 1: siempre albergará la parcela 2; Zona intermedia 2 siempre albergará la parcela 3; Fondo: constituye la zona más lejana del cuerpo de agua y siempre albergará la parcela 4. Además, se ubicarán aleatoriamente en alguna de las secciones (1-2-3-4) (Figura 4).

En el inicio de las parcelas, se respetó un retiro de cinco metros del borde de los diseños. Asimismo, cada área de muestreo se georreferenció con un punto de GPS en el centro para posicionarlo en un sistema de información geográfica y que sirva de guía para ingresar al sitio en posteriores intervenciones. Para la instalación de los sitios de muestreo se empleó una brújula para definir el azimut de estos y una cinta métrica.



Figura 4. Parcelas de muestreo en los diseños de siembra para la restauración de manglar en el Humedal Nacional Térraba-Sierpe, Costa Rica.

3.3.2. Variables en árboles plantados

Estás serán alunas de las variables que se van a monitorear en los sitios.

**Aún no se ha iniciado con el monitoreo de las áreas **

- Sobrevivencia: se contarán los individuos vivos y muertos en cada una de las parcelas, con lo cual se determinará tanto el porcentaje de sobrevivencia como de mortalidad por especie plantada.
- Especie: los individuos presentes dentro de los sitios de monitoreo serán identificados a nivel de especie. Para identificarlos en campo se utilizará la primera letra correspondiente al nombre común, como se muestra a continuación:
 - ✓ Mangle piñuela (*Pelliciera rizophorae*): P
 - ✓ Mangle rojo (*Rhizophora mangle*): R
 - ✓ Mangle alto (*Rhizophora racemosa*): A
 - ✓ Mangle salado (*Avicennia germinans*): S
- Altura: se determinará a partir de la medición del tallo con una regla de acero inoxidable graduada en milímetros desde la base hasta el ápice.
- Diámetro: se determinará a una altura de 20 cm sobre la superficie del suelo con un caliper digital graduado en milímetros. En caso de que la plántula presente daños en el tallo y este no alcance los 20 cm de altura, la medición se realizará a 10 cm de altura arriba de la superficie del suelo.
- Cantidad de hojas: a cada individuo presente en las parcelas se le contará el número de hojas que presenten al momento del monitoreo. Las hojas que aún no estén abiertas no serán incluidas en el conteo.
- Cantidad de nodos: se contará el número de nodos o bifurcaciones que presenten los árboles durante el monitoreo.
- Cantidad de raíces: para los árboles de *Rhizophora* spp se contará el número de raíces que hayan desarrollado cuando se realiza el monitoreo.
- Presencia de árboles remanentes: se registrará la especie, el dap, la altura y cobertura de copa de árboles remanentes encontrados en las subparcelas.

- I. Cobertura de copas: se tomará la cobertura de copas en las cuatro esquinas y en el centro de las parcelas utilizando la aplicación Canopy App, o bien un densiómetro en aquellos casos donde las condiciones meteorológicas impidan el uso de dispositivos móviles. Siempre se iniciará con la esquina que se encuentre hacia la izquierda. El valor por parce la se obtendrá del promedio de las cinco mediciones realizadas.
- J. Estado fitosanitario: se determinará en función del grado de afectación por agentes externos a las plantas, tales como: a) la presencia de herbivoría en tallos y hojas, b) hojas cloróticas, c) pudriciones en la base de los tallos, d) daño mecánico (tronco cortado a la mitad) y e) árbol muerto. Para efectos del monitoreo, se realizará la siguiente categorización en función de la presencia o ausencia de las características descritas (cuadro 2).

4. Resultados

Cabe destacar que muchos de los trabajos y actividades realizados se han hecho con participación activa de la comunidad local por medio de la Asociación de Pescadores y Recursos Marinos de Ajuantaderas y en coordinación constante de su presidente Adrián Torres. Las fechas de Remoción, Siembra y Mantenimientos para cada sitio se pueden observar en el (Anexo 1) de forma resumida en un cuadro.

4.1. Selección de los sitios

La selección de los sitios se realizó por el personal de Conservación Osa en conjunto con la Asociación de Pescadores y Recursos Marinos de Ajuntaderas (APREMAA). Las áreas seleccionadas presentan fácil acceso y en condiciones adecuadas para la preparación y plantación de plántulas del vivero. Además, los sitios seleccionados abarcan diferentes condiciones de sitio (marea, topografía, cercanía a canales principales), con lo que se asegura probar las técnicas en distintas condiciones físico-ambientales. Así mismo, se observó que los bosques de manglar cuentan con diversidad de especies por lo que se seleccionaron las que presentan mayor abundancia o tienen más presencia en áreas aledañas a cada sitio.

Las áreas seleccionadas deben estar dominadas por el helecho *Acrostichum aureum*; estos sitios no presentan indicios de regeneración natural pese a que existen arboles remanentes. Una vez que se identificaron zonas degradadas de manglar colonizadas por el helecho *Acrostichum aureum* se inició con el establecimiento del plan piloto.

También se determinó un sitio en conjunto con el Programa de Dinámica y Restauración de Ecosistemas Tropicales de la línea de Ecología Tropical Aplicada de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Costa Rica (LADIRECO-UNA), en el que se estableció un ensayo de restauración en constante monitoreo con plántulas de manglar.

4.2. Selección de especies

En el proceso de análisis, se logra identificar las especies de mangle más comunes en la zona que resultaron ser *Rhizophora mangle* (Mangle rojo), *Rhizophora racemosa* (mangle alto), *Pelliceria rizophorae* (mangle piñuela), *Avicenia germinans* (Mangle salado). El uso de cualquiera de las especies está sujeto a la disponibilidad de semilla al momento de iniciar.

4.3. Informe de Colecta de semillas

En total para el informe de investigación correspondiente al periodo (2019-2020) se han colectado 7.000 semillas de mangle (Cuadro 2), distribuidas en: *Rhizophora racemosa* (3.535); *Pelliceria Rhizophorae* (3.465). Las cantidades colectadas por especie se deben principalmente a disponibilidad de la semilla en el momento de la colección. Las especies *Rhizophora racemosa* y *Pelliceria Rhizophorae* son las que presentan mayor abundancia dentro del Humedal Nacional Terraba-Sierpe, por lo que la disponibilidad de semillas es mayor.



Figura 5. Colecta de semillas de Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) en proyecto de restauración de manglar en el Humedal Nacional Téraba-Sierpe

- Para disponer del material vegetal a utilizar, se colecta propágulos directamente del manglar. Los propágulos colectados son solo aquellos que cumplen con los parámetros de calidad apropiados, asegurándose que no se presenten signos de depredación, inmadurez y desecación evidente.
- Las semillas de mangle pueden perder su viabilidad si se almacenan por mucho tiempo. Para hacer la siembra (directa-vivero) se debe de tener una buena planificación que permita su siembra días después de su colecta, de lo contrario se perdería parcial o totalmente su capacidad germinativa.
- Las fuentes semilleras deben tener fácil acceso, de forma que se pueda suplir la cantidad de semillas necesarias considerando la mejor inversión en tiempo, recursos y supervisión .
- Los árboles madre deben estar libres de plagas y enfermedades, con el mejor estado fitosanitario y con buena producción de semillas. Esta selección se logra mediante buenas características fenotípicas, se debe hacer de esta forma ya que muchas de las características van a ser heredadas.
- Para generar mayor variabilidad genética, es necesario la selección de individuos madre con suficiente distanciamiento entre ellos (Seleccionar distintas zonas de recolección y separadas).

Cuadro 2. Reporte de semillas colectadas entre el periodo 2019-2020 para restauración de manglar en el Humedal Nacional téraba-Sierpe, Costa Rica. R (Remoción); C (Completa); F (Franjas); L (Líneas); N (Núcleos); Re (Reclutamiento); D (Siembra directa); V (plantas vivero); E-UNA(Ensayo colaboración Una)

Año colecta	Diseño	Área hectáreas	<i>Rhizophora mangle</i>	<i>Rhizophora racemosa</i>	<i>Pelliciera rhizophorae</i>	<i>Avicennia germinans</i>	Total
2019	RCN-D	2		424	415		839
	RCL-D	2		1584	1553		3137
	RFN-D	2		423	416		839
	RF-D	2		679	666		1345
	RN-D	2		425	415		840
	Total			3535	3465		7000

4.4. Remoción del helecho

En todos los tratamientos propuestos es necesaria la remoción del helecho pues este es considerado como la principal barrera que impide la regeneración natural de los sitios. Desde abril del 2018 hasta junio del 2020 se han realizado 30,6 hectáreas que han necesitado la remoción del helecho. Las fechas correspondientes a la remoción del helecho en cada sitio se encuentra en el (Anexo 1); para el periodo julio 2019- julio 2020 al cual corresponde este informe se hizo la remoción del helecho en 19 hectáreas.

- Para iniciar los trabajos en cada sitio, se hizo la corta manual (con machete) de la negra forra.

- Una vez que se corta el helecho, se deja en el sitio para que entre en proceso de descomposición (sin ninguna intervención).
- Posterior a la apertura es necesario dejar entre 2-3 semanas para realizar la siembra o plantado de los árboles; con esto se asegura la remoción de los residuos del helecho cortado con ayuda de las mareas, de lo contrario, los árboles y/o semillas quedarán atrapadas o suprimidas en los residuos del helecho causando su muerte o decaimiento.
- El tratamiento de Remoción Completa requiere mayor inversión en tiempo y dinero por tener que eliminar todo el helecho presente.
- Los tratamientos de remoción en franjas-líneas-núcleos requieren menor inversión por tener que remover una menor área del helecho

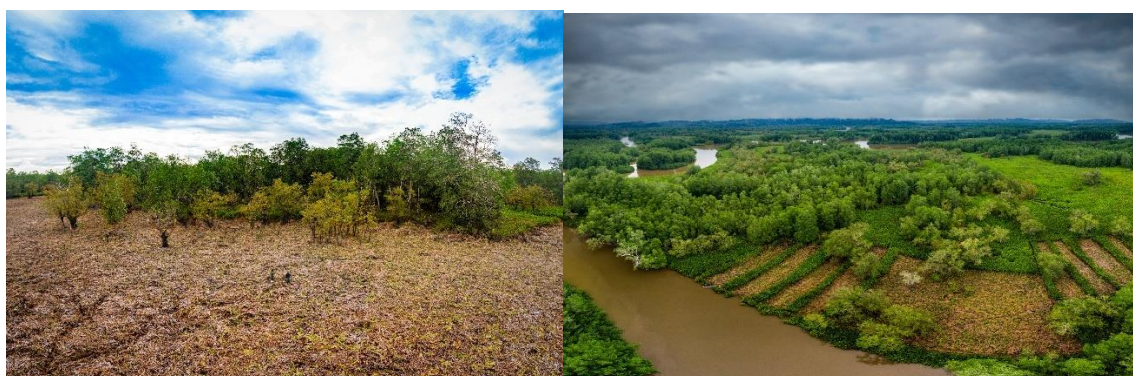


Figura 6. Diseños de Remoción del helecho negraforra en el proyecto de restauración de manglar en el Humedal Nacional Térraba-Sierpe. Izquierda: Remoción Completa; Derecha: Remoción en Franjas y Remoción Completa

4.5. Uso y destino del material colectado (Siembra y/o plantado)

Una vez preparado cada sitio se procede a la colocación del material vegetal. Esta actividad se ha hecho mediante siembra directa y plantado con árboles de vivero. Se han utilizado estos dos métodos para determinar la mejor técnica tanto ecológica como económicamente. La siembra y/o plantado se hace a una distancia de 2,5 metros entre árboles. Las fechas de siembra para cada sitio se pueden apreciar en el (Anexo 1). Para el periodo entre julio de 2019 y julio de 2020 se hizo la siembra directa de 10 hectáreas y la plantación de árboles de vivero de 5 hectáreas para un total de 15 hectáreas (el material vegetal colectado para estas áreas se hizo mediante el permiso de investigación No. INV-ACOSA-016-18 por lo que no se consideró en las colectas de este permiso).



Figura 7. Transporte de plantas de vivero al campo en proyecto de restauración de manglar en el Humedal Nacional Térraba-Sierpe.

4.5.1. Siembra directa

La siembra directa presenta mayor facilidad por necesitar menos logística, menos costos en materiales y construcción del vivero, pero una vez que se colecta la semilla, se debe hacer la siembra de forma inmediata (2-3 días máximo).

4.5.2. Plantado de árboles de vivero

Para el plantado de los árboles es necesaria la utilización de palas o palines, con los que se realiza el hoyado de unos 50 cm de profundidad y 15 cm de ancho. El plantado se realiza de forma manual y se extrae el total de bolsas utilizadas con la finalidad de no dejar desechos. Presenta mayor inversión económica y en tiempo, sin embargo, ofrece mejores condiciones para el desarrollo de los individuos antes de ir al campo. Permite tener un stock de plantas para prepararse en tiempos de escasas de semilla.

4.6. Mantenimientos

Por la naturaleza dominante del helecho, después de la primer intervención o corta del helecho es necesario seguir dando mantenimiento a las áreas para evitar que el helecho las vuelva a dominar. Los mantenimientos consisten en la eliminación del helecho que ha crecido desde la última intervención. En el (Anexo 1) se presenta un cuadro con mayor detalle sobre las fechas y la cantidad de mantenimientos realizados a cada área. Para el período al cual corresponde este permiso de investigación se han hecho dos mantenimientos a todas las áreas.

- Según las observaciones hechas en campo, el tratamiento de remoción completa requiere menos mantenimientos, ya que después de cierto tiempo el helecho pierde presencia y vigorosidad.
- Aunque la apertura resulta mucho más fácil en los tratamientos de remoción en líneas, estos también requieren mayor cantidad de mantenimientos por mantenerse la presencia del helecho.



Figura 8. Miembros de APREMAA realizando labores de mantenimiento en el proyecto de restauración de manglares en el HNTS.

4.7. Resiembra

Después de un año de evolución se observa que los primeros 6 meses se puede considerar como el periodo de establecimiento y que los individuos presentan menores tasas de crecimiento en diámetro y altura y a partir del medio año sus condiciones de crecimiento mejoran, por lo que se puede considerar que los individuos han sobrepasado el periodo crítico en relación con la competencia y adaptabilidad a las condiciones de sitio. Según los porcentajes de mortalidad presentados en cada sitio, se debe evaluar la posibilidad de efectuar una resiembra para reponer los árboles muertos.

4.8. Salinidad

Durante la vigencia del proyecto se han obtenido rangos de salinidad que varían entre 4,4 % a 23,3 %. El valor de salinidad más alto se encontró en el Estero Cantarrana cuando la marea empezaba a subir, y el menor registro en el Estero Guarumal en marea baja. La temperatura durante las tomas de salinidad osciló entre los 28 y 31 °C. Dichos datos se obtuvieron utilizando el medidor de salinidad Salt 6+ (Oakton Instruments, 2014) a partir de muestras de agua tomadas en los canales del manglar. Esta información es esencial para entender la dinámica de salinidad en el Humedal Nacional Terraba Sierpe, su incidencia en el crecimiento y selección de las especies, y la posterior escogencia de los diseños más adecuados para la restauración de los manglares.

Cuadro 3. Salinidad y temperatura según estado de la marea obtenidas en diferentes localidades de los manglares del Humedal Nacional Terraba Sierpe.

Lugar	Fecha	Salinidad (%)	Temperatura (°C)	Estado de marea	hora
Muelle Ajuntaderas	27/08/2019	8,9	28,8	alta	12:20
Río Sierpe	17/07/2019	6,5	29,2	alta	2:00
Río Sierpe	27/08/2019	9,57	29,8	alta	12:00
Estero Zacate	17/07/2019	12,2	29,6	entrando alta	1:00
Estero Rompecuerda	27/08/2019	15	29	entrando alta	10:00
Estero Guarumal	27/08/2019	15	29,7	entrando alta	9:20
Estero Guarumal	26/11/2019	4,4		baja	9:00
Estero Guarumal	27/08/2019	18,8	29,3	entrando alta	9:10
Estero Guarumal	26/11/2019	6,79		Baja	9:00
Estero Cantarrana	17/07/2019	12,6	30,1	entrando alta	12:40
Estero Cantarrana	27/08/2019	25,3	29,7	entrando alta	9:00
Estero Cantarrana	26/11/2019	8,3		Baja	9:30

4.9. Principales observaciones del diseño experimental de 10 ha

En estas áreas fue donde se concentraron la mayoría de las actividades del presente permiso de investigación. Estas áreas presentan una menor influencia de las mareas; esto se debe principalmente a que son sitios con mayores alturas y con menor influencia de los canales por ser considerados canales “secundarios”. La vegetación circundante es principalmente *Pelliciera rhizophorae*, aunque también es posible observar algunos árboles de *Rhizophora racemosa* y en menor cantidad *Avicennia germinans*. La composición de las especies en áreas cercanas fue uno de los factores determinantes para elegir las especies que se iban a utilizar en este sitio en específico (*Pelliciera rhizophorae* y *Rhizophora racemosa*). Tanto *Pelliciera rhizophorae* como *Rhizophora racemosa*, son especies que tienen un mayor rango de distribución en humedal, lo que podría ser un indicador de la resiliencia de estas especies a los cambios en composición del suelo, condiciones de salinidad.

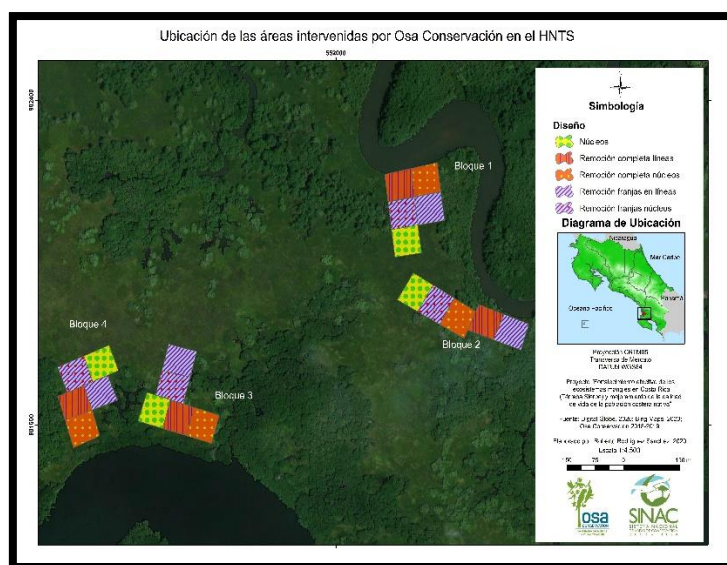


Figura 9. Ubicación de las áreas intervenidas correspondientes al ensayo de investigación “Fideicomiso Osa” de 10 hectáreas.

4.10. Informe de investigación científica

Luego de un año de mediciones realizadas a los árboles instalados en las parcelas del ensayo de la LADIRECO-UNA, solo sobrevivieron 385 plantas de 756 que fueron introducidas inicialmente, lo que significó una sobrevivencia del 50,9 %. *Rhizophora racemosa* y *Rhizophora mangle* fueron las especies que mayor sobrevivencia presentaron, la cual rondó el 78 % y 68 %, respectivamente. Mientras que *Avicennia germinans* mostró la mortalidad más alta, con valores de sobrevivencia que apenas alcanzaron el 11 % (Morera et al., 2019).

A nivel de tratamiento, el correspondiente a la remoción en franja mostró la sobrevivencia más alta con valores que ascendieron al 68,4%. Le siguió la remoción en rodajea y la remoción completa resultó ser el tratamiento más deficiente con valores cercanos al 34 % de sobrevivencia (Morera et al., 2019).

En cuanto a las características de los árboles, *Pelliceria rizophorae* ha sido la especie con el desarrollo diamétrico más prominente (15,27 mm), mientras que *Rhizophora racemosa* ha mostrado el correspondiente en altura (124,34 cm). Las mayores expresiones de estas variables se presentaron en los tratamientos de remoción completa y remoción en franjas, respectivamente. Por su parte, la cantidad más alta de hojas y nodos se manifestaron en el tratamiento de remoción completa en todas las especies (Morera et al., 2019).

Por otro lado, los individuos presentaron una afectación más evidente en sus hojas que en el tallo, dado que el 87 % mostró buenas condiciones en comparación al 13 % en hojas. La mayoría de los árboles se encontraron en categorías de daño que permiten un buen desarrollo de la planta. Además, *Avicennia germinans* fue la especie con más individuos en condición deficiente (Morera et al., 2019).

Después del año evaluado, es posible catalogar los primeros seis meses como un periodo de establecimiento donde los individuos poseen menores tasas de crecimiento, y los restantes seis como el momento cuando han logrado sobreponerse al punto crítico que significa la competencia y la adaptación a las condiciones ambientales de las áreas donde se encuentran. No obstante, es necesario destacar que el estudio llevado a cabo es una evaluación preliminar, debido a que los procesos de restauración requieren de lapsos más extenso para analizarlos y su desarrollo está estrechamente ligado al ciclo de vida de las especies (Morera et al., 2019).

4.11. Recomendaciones de manejo

4.11.1. *Rhizophora mangle*

- Es una especie que presenta buen desarrollo en áreas con inundación frecuente.
- Se localiza principalmente en los márgenes de los canales, sin embargo, es posible encontrarlo en áreas internas con cercanía a pequeños esteros o canales.
- Ha presentado buenos resultados en cuanto a crecimiento y establecimiento.
- Se ha observado que en sitios de Remoción Completa tiende a expandirse hacia los lados, presentando menores crecimientos en altura. Además, en sitios con Remoción Completa también presenta mayor presencia de raíces fúlcreas.
- Después de año y medio es posible observar el desarrollo de flores y posteriormente frutos (en pequeñas cantidades).
- En los sitios más antiguos (2 años) ya se observa la regeneración de árboles naturalmente gracias a las acciones de restauración.
- El diámetro, número de hojas y número de nodos presentan un incremento mayor en el tratamiento de remoción completa y la variable altura se desarrolla mejor por la competencia que se mantiene en los tratamientos de remoción en franjas



Figura 10. Primeros árboles de regeneración natural en el proyecto de restauración de manglares en el HNTS.

4.11.2. *Rhizophora racemosa*

- *Rhizophora racemosa* se caracteriza por tener un mayor desarrollo hacia interior del manglar, aunque es una de las especies con mayor distribución.
- Ha presentado buenos resultados en cuanto a crecimiento y establecimiento.
- En general, es la especie que suele presentar mayores alturas, sin embargo, en Remoción en Líneas es más evidente.
- Suele presentar mayor número de hojas, nodos, raíces fúlcreas en Remoción Completa
- Después de año y medio es posible observar el desarrollo de flores y posteriormente frutos (en pequeñas cantidades).
- En los sitios más antiguos (2 años) ya se observa la regeneración de árboles naturalmente gracias a las acciones de restauración.

4.11.3. *Pelliciera Rhizophorae*

- Ha presentado buenos resultados en cuanto a crecimiento y establecimiento.

- Suele presentar mayor número de hojas, nodos y crecimiento en diámetro en Remoción Completa
- Es la especie que ha presentado mayores incrementos en diámetro.
- Después de año y medio es posible observar el desarrollo de flores y posteriormente frutos (en pequeñas cantidades).



Figura 11. Flor y frutos de *Pelliciera Rhizophorae* producida por arboles del proyecto de restauración en el Humedal Nacional Térraba.Sierpe.

4.11.4. *Avicenia germinans*

- Es la especie más susceptible a la mortalidad.
- A pesar de su buen desarrollo en vivero, presenta alta mortalidades en campo
- Hay muchos individuos remanentes

4.11.5. *Acrostichum aureum*

Con exposición completa a la luz el tamaño del helecho y la densidad suelen ser mayores, alcanzando alturas de más de 2 metros. Bajo sombra se presenta en menores densidades, esparcido en pequeños grupos de 1,5 metros en promedio. No es una especie que tolere altas condiciones de salinidad y necesita de agua dulce para su establecimiento, necesita exposición completa a la luz para un mejor desarrollo, aumentar la capacidad reproductiva y productividad (Medina, Cuevas, Popp, & Lugo, 1990).

5. Transferencia y mejora de capacidades

5.1. Capacitación sobre manejo y aplicación de los drones en la conservación

31 de enero del 2020

Capacitación a funcionarios de SINAC de la Reserva Foresta Golfo Dulce y el Parque Nacional Corcovado sobre el uso de aeronaves no tripuladas (drones) para monitoreo de fauna, actividades ilegales (caza-orería), entre otros.





Figura 12. Capacitación a funcionarios de SINAC sobre el uso y aplicación de drones en la conservación y monitoreo de áreas protegidas. Asistentes: Julio César Solano Durán (Funcionario Reserva Forestal Golfo Dulce), Alejandro Azofeifa (Funcionario Parque nacional Corcovado), Eloy Olmos funcionario (Parque nacional Corcovado), Danny Herrera (Funcionario Parque nacional Corcovado).

5.2. Capacitación del curso jóvenes conservacionistas

27 de enero del 2020

- Explicación sobre el proyecto de restauración: factores socioeconómicos y ambientales que lo integran.
- Explicación del contexto del proyecto, desde su deforestación 5 décadas atrás.
- Mostrar estrategias utilizadas para restaurar los sitios.
- Monitoreo en las primeras parcelas instaladas.



Figura 13. Grupo de jóvenes del curso “Jóvenes conservacionistas” Adrián torres, Jeremy Quirós Navarro, Jorge De la O Castro, Eblim Pereira Mejia, Natalia Gómez, María José, Francini Guido, Randall Montoya-Solano, Jessica Copeland, Javier Rodríguez (Conservación Osa), Keylin Castro Avendaño

5.3. Primer Capacitación sobre el uso de instrumentos para instalación de parcelas y monitoreo 21 de enero del 2020

Se pretende capacitar algunos de los miembros de la asociación APREMAA en el uso de instrumentos (GPS, Brújula, Cintas métricas, etc), esto con el fin de que ellos también puedan desempeñar algunas de estas funciones y así mejorar el equipo técnico de campo.



Figura 14. Capacitación en el uso de instrumentos (GPS, Brújula, Cintas métricas, etc) a miembros de la comunidad de Ajuntaderas, Sierpe. Adrián Torres (Miembro de APREMAA)

5.4. Donación GPS

Gestión para Donación de un dispositivo de localización global (GPS) para atacar las problemáticas que suceden dentro del Humedal Nacional Térraba-Sierpe

5.5. Puesto control Ajuntaderas

Apoyo en el pago del Trámite de SETENA para construcción de puesto de control en Ajuntaderas, Sierpe.

5.6. Divulgación

Se preparó un vídeo en el que se resaltan las labores realizadas en el HNTS que se puede acceder mediante el siguiente link: <https://www.youtube.com/watch?v=bu7QpN6Hezk&t=58s>

Se han realizado publicaciones mediante redes sociales de Osa Conservation.

5.7. Acciones a futuro

Monitoreo

Se continuará con el monitoreo de todas las áreas bajo acciones de restauración, se harán cálculos del contenido de carbono fijado tanto en áreas aledañas como en los sitios de restauración.

Nuevas áreas por restaurar

Para el 2020 se pretende restaurar mínimo 20 hectáreas más, así como continuar con los respectivos mantenimientos de las ya plantadas.

Publicaciones

Se pretende realizar un protocolo de restauración en el que se adjuntarán los hallazgos realizados durante la ejecución del proyecto.

6. Anexos

6.1. Anexo 1

Cuadro 4. descripción de áreas según: diseños: (RCL: remoción completa líneas- RCR: remoción completa reclutamiento- RL: remoción en líneas) ; siembra: (V: vivero- D: siembra directa); especies (A: mangle alto-P: mangle piñuela- R: mangle rojo); Área; Fecha de remoción del helecho; Fecha de sembrado o plantado y Fecha de mantenimiento.

Nomenclatura	Área (ha)	Remoción del helecho negraforra	Sembrado o plantado	Mantenimientos
Ensayo UNA	0,64	12/4/2018	13/6/2018	27/5/2019 22/11/2019 19/5/2020
RL-D-ARP-5	5	19/10/2018	20/11/2018	25/4/2019 10/7/2019 8/10/2019 19/5/2020
RL-D-ARP-1	1	14/11/2018	15/12/2018	10/7/2019 8/10/2019 19/5/2020
RL-V-ARP-2,5	2,5	28/2/2019	11/4/2019	10/7/2019 7/10/2019 18/5/2020
RCL-V-AP-2,5	2,5	13/5/2019	4/6/2019	20/8/2019 8/10/2019 19/5/2020
RCR-NA-NA-4	4	29/7/2019	No Aplica	8/10/2019 19/5/2020
RCL-V-AP-5	5	10/9/2019	24/10/2019	8/10/2019 19/5/2020
Fideicomiso Osa	10	23/9/2019	17/10/2019	22/11/2019 18/5/2020

7. Referencias

- Acuña-Piedra, J. F., & Quesada-Román, A. (2017). Cambios en el uso y cobertura de la tierra entre 1948 y 2012 en el Humedal Nacional Terraba-Sierpe, Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 9(2), 9-28.
doi:http://dx.doi.org/10.15359/revmar.9-2.1
- BIOMARCC-SINAC-GIZ. (2012). *Evaluación de carbono en el Humedal Nacional Terraba-Sierpe*. San José.
- Lobo, S., Alvarado, G., Durán, F., Ruiz-Boyer, A., & Quesada, A. (2014). *Diversidad Biológica del Diquís II: Humedal Terraba-Sierpe* (1 ed.). (S. Lobo, Ed.) San José, Costa Rica: Museo Nacional de Costa Rica.
- Medina, E., Cuevas, E., Popp, M., & Lugo, A. E. (1990). Soil Salinity, Sun Exposure, and Growth of *Acrostichum aureum*, the Mangrove Fern. *Botanical Gazette*doi:10.1086/337803, 151(1), 41-49.
doi:10.1086/337803

Morera Beita, A; Sánchez Rodríguez, D; Rodríguez-González, J; Hernández Alonso, H; Peralta Madriz, C. 2019. Informe II: Plan de monitoreo en el Ensayo de Restauración de Manglares en Ajuntaderas, Sierpe, como parte del proyecto "Fortalecimiento efectivo de los ecosistemas mangles en Costa Rica (Térraba Sierpe) y mejoramiento de la calidad de vida de la población costera nativa", ejecutado por la organización Asociación Conservación Osa (CO) bajo financiamiento suministrado por Aldi-Süd, junto al co-financiamiento de KFW DEG. Heredia, Costa Rica. Laboratorio de Ecología Aplicada - Universidad Nacional. 40 p.