

**Informe final\* del Proyecto FN005**  
**Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Chiapas y Oaxaca\***

**Responsable:** Dr. Cristian Tovilla Hernández  
**Institución:** El Colegio de la Frontera Sur  
Unidad Tapachula  
Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad  
Grupo Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras  
**Dirección:** Carretera Antiguo Aeropuerto Km 2.5, Tapachula, Chis, 30700 , México  
**Correo electrónico:** [code@infosel.com.mx](mailto:code@infosel.com.mx)  
**Teléfono/Fax:** 01(951)3 8212  
**Fecha de inicio:** Diciembre 15, 2018.  
**Fecha de término:** Enero 17, 2020.  
**Principales resultados:** Hojas de cálculo, fotografías, informe final.  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Tovilla Hernandez, C., De La Presa Pérez, J. C., Ovalle Estrada, F., Salas Roblero, R. L., De La Cruz Montes, G. y A. Lan. Ramírez. 2020. Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar Chiapas y Oaxaca. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Tapachula. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. FN005.** Ciudad de México.

**Resumen:**

Dentro de los humedales costeros, los bosques de manglares son las formaciones boscosas más importantes de la zona costera del Pacífico Sur de México y Centroamérica, asociados a estos aún existen áreas de vegetación acuática riparia, manchones de selva mediana, bosques de zapotón, tulares, palmales, bosques semisecos, y vegetación de dunas costeras. El excesivo crecimiento de la población humana, el avance de las fronteras agropecuarias, la extracción de madera, la pesca, acuicultura, los contaminantes y los desarrollos turísticos incontrolados, a corto y mediano plazo amenazan la biodiversidad de este ecosistema. En la costa de Chiapas existen algunos de los bosques mejor desarrollados y medianamente conservados del Pacífico de América, donde el principal problema son las actividades agropecuarias, pesquerías, dragados, y la introducción de contaminantes; por el contrario, los manglares en Oaxaca, se caracterizan por un menor esplendor y extensión y presentan una pérdida acelerada debido al cambio de uso del suelo. Durante 17 meses se realizará el inventario en los manglares del Estado de Oaxaca, a fin de conocer el estado que guardan estos bosques en el Estado de Chiapas, con base en los datos del inventario forestal del manglar ya realizado durante 49 meses y en forma simultánea con la de Oaxaca se realizará anualmente un monitoreo y la evaluación de las características fisicoquímicas del suelo en los manglares de la costa de esta entidad.

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



**Ecología y Manejo Integral  
de Ecosistemas Costeros.  
Inventario y monitoreo de  
Bosques de Manglar.**



**MANGLARES DEL PACIFICO SUR, MONITOREO DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN, COMO UNA ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y MANEJO: INFORME FINAL DEL PROYECTO FFN005 "INVENTARIO Y MONITOREO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS BOSQUES DE MANGLAR DE CHIAPAS Y OAXACA"**

Centro de Investigación: El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula

Grupo de Investigación: Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras

Departamento: Ciencias de la Sustentabilidad

Área: Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas Costeros

Participantes: Dr. Cristian Tovilla Hernández, Ing. Rita Lorena Salas Roblero; Ing. Juan Carlos de la Presa Pérez, Ing. Alejandro Lan Ramírez, Erika María Villatoro Arreola, Pedag. Felipe Ovalle Estrada, Ing. María de los Ángeles Barrios Ramos, Lic. Gerardo de la Cruz Montes.

**NOVIEMBRE 2018**

**Índice General**

RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 INVESTIGACIONES REALIZADAS EN LOS MANGLARES DE CHIAPAS	7
1.2. CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES DE MANGLE EN CHIAPAS	7
1.3. DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS BOSQUES DE MANGLE	8
2. OBJETIVOS	10
3. METODOLOGÍA	10
3.1. Inventario forestal	10
3.2. Estructura y Composición de los rodales	11
3.3. Análisis estadísticos	12
4. RESULTADOS	14
4.1. Monitoreo de los bosques de manglar en el estado de Chiapas	14
4.1.1. Sistema Lagunar El Gancho	14
4.1.1.1. Monitoreo del bosque de manglar	14
4.1.1.2. Estructura y composición	16
4.1.1.3. Diagnóstico del manglar	20
4.1.2. Sistema lagunar Pozuelos-Murillo	22
4.1.2.1. Monitoreo del bosque de manglar	22
4.1.2.2. Estructura y composición	23
4.1.2.3. Diagnóstico del manglar	28
4.1.3. Sistema lagunar Cabildo-Amatal	29
4.1.3.1. Monitoreo del bosque de manglar	29
4.1.3.2. Estructura y composición	30
4.1.3.3. Diagnóstico del manglar	36
4.1.4. Sistema lagunar Barra de San José-Barra de San Simón	40
4.1.4.1. Monitoreo del bosque de manglar	40
4.1.4.2. Estructura y composición	42
4.1.4.3. Diagnóstico del manglar	46
4.1.5. Sistemas lagunares Teculapa, La Palma-Paixtalón, Estero el Hueyate y Cerritos Panzacola	48
4.1.5.1. Monitoreo del bosque de manglar	48
4.1.5.2. Estructura y composición	52
4.1.5.3. Diagnóstico del manglar	56
4.1.6. Sistemas lagunares Castaño, Barra de Zacapulco, Compón, Chantuto, Chiapas	58
4.1.6.1. Monitoreo del bosque de manglar	58
4.1.6.2. Estructura y composición	60
4.1.6.3. Diagnóstico del manglar	65
4.1.7. Sistema lagunar Pampa Honda-Barrita de Pajón	67
4.1.7.1. Monitoreo del manglar	67
4.1.7.2. Estructura y composición	68
4.1.7.3. Diagnóstico del manglar	73

4.1.8.	Sistema lagunar Carretas-Pereira	74
4.1.8.1.	Monitoreo del manglar	74
4.1.8.2.	Estructura y composición	77
4.1.8.3.	Diagnóstico del manglar	82
4.1.9.	Sistema lagunar Chocohuital	83
4.1.9.1.	Monitoreo del manglar	83
4.1.9.2.	Estructura y composición	84
4.1.9.3.	Diagnóstico del manglar	88
4.1.10.	Sistema lagunar Joaquín Amaro, El Manguito, Estero San José	89
4.1.10.1.	Monitoreo del Manglar	89
4.1.10.2.	Estructura y composición	91
4.1.10.3.	Diagnóstico del manglar	94
4.1.11.	Sistema laguna Buenavista La Joya	99
4.1.11.1.	Monitoreo del Manglar	99
4.1.11.2.	Estructura y composición	100
4.1.11.3.	Diagnóstico del manglar	103
4.1.12.	Sistema lagunar Mar Muerto	106
4.1.12.1.	Monitoreo del manglar	106
4.1.12.2.	Estructura y composición	107
4.1.12.3.	Diagnóstico del manglar	111
5	CAUSAS DE LA PÉRDIDA DE MANGLAR EN CHIAPAS	115
6	ESFUERZOS PARA LA RECUPERACIÓN DEL MANGLAR EN CHIAPAS	118
7	CHIAPAS	121
8	RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL MANGLAR EN LA ENTIDAD	122
9	SISTEMAS LAGUNARES DE LA COSTA DE OAXACA	124
	Resumen	124
9.1	INTRODUCCIÓN	125
9.2	ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO	125
9.3	EXTENSIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DEL MANGLAR EN OAXACA	126
9.3.1.	Planicie Costera de Tehuantepec (PCT)	127
9.3.1.1	Parámetros estructurales de los bosques de mangle de esta micro región	128
9.3.2.	Planicie costera del Pacífico (PCP)	132
10.	Sistemas lagunares Mar Muerto y Laguna Superior, Oaxaca	135
10.1.	Monitoreo del manglar	135
10.2.	Estructura y composición	138
10.3.	Diagnóstico del manglar	142
10.2	Sistema lagunar La Ventosa	147
10.2.1	Monitoreo del manglar	147
10.2.2.	Estructura y composición	149
10.2.3.	Diagnóstico del manglar	153
10.3.	Sistema lagunar de Guelaguichi y Morro de Mazatán	154

	10.3.1.	Monitoreo del manglar	154
	10.3.2.	Estructura y composición	155
	10.3.3.	Diagnóstico del manglar	159
10.4	Sistema lagunar Garrapatero		162
	10.4.1	Monitoreo del manglar	162
	10.4.2.	Estructura y composición	163
	10.4.3.	Diagnóstico del manglar	168
10.5	Sistema lagunar La Colorada		169
	10.5.1	Monitoreo del Manglar	169
	10.5.2.	Estructura y composición	170
	10.5.3.	Diagnóstico del manglar	174
10.6	Sistema lagunar La Grande		177
	10.6.1	Monitoreo del manglar	177
	10.6.2.	Estructura y composición	178
	10.6.3.	Diagnóstico del manglar	182
10.7	Sistema lagunar El Rosario		183
	10.7.1.	Monitoreo del Manglar	183
	10.7.2.	Estructura y composición	184
	10.7.3.	Diagnóstico del manglar	189
10.8	Sistema lagunar Bajos de Coyula		190
	10.8.1.	Monitoreo del Manglar	190
	10.8.2	Estructura y composición	191
	10.8.3	Diagnóstico del manglar	196
10.9	Sistema lagunar Ventanilla		197
	10.9.1.	Monitoreo del manglar	197
	10.9.2.	Estructura y composición	199
	10.9.3.	Diagnóstico de manglar	203
10.10	Sistema lagunar El Tomatal		205
	10.10.1.	Monitoreo del manglar	205
	10.10.2.	Estructura y composición	206
	10.10.3.	Diagnóstico del manglar	209
10.11	Sistema lagunar Los Naranjos-Palma-Sola		211
	10.11.1.	Monitoreo del Manglar	211
	10.11.2.	Estructura y composición	213
	10.11.3.	Diagnóstico del manglar	218
10.12	Sistema Lagunar Manialtepec		220
	10.12.1.	Monitoreo del Manglar	220
	10.12.2.	Estructura y composición	222
	10.12.3.	Diagnóstico del manglar	225
10.13	Sistema lagunar Cacalotepec		227
	10.13.1.	Monitoreo del manglar	227
	10.13.2.	Estructura y composición	228
	10.13.3.	Diagnóstico del manglar	232

10.14	Sistema lagunar Chacahua-Pastoría-Palmarito	233
	10.14.1.    Monitoreo del Manglar	233
	10.14.2.    Estructura y composición	236
	10.14.3.    Diagnóstico del manglar	241
10.15	Sistema lagunar Miniyua	244
	10.15.1.    Monitoreo del Manglar	244
	10.15.2.    Estructura y composición	244
	10.15.3.    Diagnóstico del manglar	247
10.16	Sistema lagunar La Tuza de Monroy	248
	10.16.1.    Monitoreo del Manglar	248
	10.16.2.    Estructura y composición	249
	10.16.3.    Diagnóstico del manglar	252
10.17	Sistema Lagunar Corralero	253
	10.17.1. Monitoreo del manglar	253
	10.17.2. Estructura y composición	256
	10.17.3. Diagnóstico del manglar	260
10.17	Sistema lagunar El Ciruelo	263
	10.17.1.    Monitoreo del manglar	263
	10.17.2.    Estructura y composición	265
	10.17.3.    Diagnóstico del manglar	269
10.18	Sistema lagunar Llano Grande	271
	10.18.1.    Monitoreo del Manglar	271
	10.18.2.    Estructura y composición	272
	10.18.3.    Diagnóstico del manglar	277
11.	PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LOS BOSQUES DE MANGLE EN OAXACA	278
12.	RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN	280
13.	AGRADECIMIENTOS	282
14.	BIBLIOGRAFÍA	283

## RESUMEN

En Chiapas existen 46,976 has de bosque de mangle, solo 32,652 has, se encuentran protegidas. Por su riqueza de especies y atributos estructurales como la altura (23.1 m), Área Basal (44.6 m<sup>2</sup>/ha), DAP (18.2 cm), CA (16.4 m<sup>2</sup>/ind) y DA (2638 ind./ha), estos bosques son uno de los más diversos y desarrollados del país, con seis especies de mangle, y pueden considerarse como bosques de juveniles a maduros. Estos rodales presentan una mortalidad natural promedio de >6.0% y una extracción promedio de >9.0%, situación preocupante en aquellos bosques más deteriorados. La capacidad de repoblamiento entre lluvias y secas es de solamente 50%; mientras que de todas plántulas que se arraigan solo sobreviven al 1°, 2°, y 3er año el 78.2, 16.6 y 5.9%. Los parámetros fisicoquímicos del suelo son indicativos de sistemas tropicales poco alterados con promedios de pH (7.5) salinidad intersticial (33.3UPS); la MO es abundante en los dos estratos (32 y 29.5%). Se han perdido unas 3,997 has de mangle y otras 12,105 están bajo severo disturbio. 12 actividades antrópicas y naturales afectan a la vegetación, siendo las modificaciones de los flujos de agua de los ríos y los dragados los más lesivos para el manglar. Hasta en 86% de los casos, el agente que tomó la decisión de realizar las obras y financiarlas fueron instituciones del gobierno federal, estatal y municipal. Los éxitos en la recuperación de áreas de mangle pérdidas son muy limitados (136 has). A corto plazo y partiendo del nivel municipal-comunidades se debe diseñar un programa estatal permanente: con metas anuales, por trienio y sexenales para rescatar, proteger y conservar todos los humedales costeros, el liderazgo debe recaer en instituciones académicas y con la metodología de Manejo integral de cuencas vs. Manejo integral de zona costera.

**Palabras claves:** *manglares, estructura, dragados, impacto, Manejo Integral.*

## 1. INTRODUCCIÓN

En esta entidad existe poca información sobre las características ecológicas, estructura, composición e impactos sobre los manglares, incluso sobre el ambiente socioeconómico, esta situación es una limitante para poder establecer estrategias que promuevan el manejo integral de la zona costera y sus recursos naturales, bajo la premisa de la conservación, manejo y restauración. Los manglares de Chiapas se caracterizan por estar sometidos a una estacionalidad muy marcada, la cual determina dos subregiones: Istmo-Costa (IC) desde el límite con el Estado de Oaxaca hasta la mitad del litoral, comprende los municipios de Arriaga, Tonalá y Pijijiapán; y la Subregión del Soconusco (S), incluye los municipios de Mapastepec, Acapetahua, Villa Comaltitlán, Huixtla, Mazatán, Tapachula y Suchiate, esta última presenta las lluvias más abundantes. Como consecuencia del gradiente de lluvias y el aporte de los ríos, las especies de mangle tienen una dominancia desigual. En la costa sur, con precipitaciones mayores a 2200 a 2900 mm/año y un gran aporte de ríos, la especie dominante es *Rhizophora mangle* desde la frontera con Guatemala hasta el municipio de Mapastepec; a lo largo del litoral de Pijijiapán, los bosques de mangle del sistema Carretas-Pereyra y La Conquista-Joaquín Amaro, los rodales de *Laguncularia racemosa* son dominantes y están asociados a precipitaciones de 1400-1800 mm/año. A partir del sistema Buenavista-La Joya hasta el sistema de Mar Muerto, los rodales de *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* son sumamente extensos con precipitaciones de 800-1500 (Romero 2006; Tovilla et al 2007; Santamaría 2014).

### 1.1. INVESTIGACIONES REALIZADAS EN LOS MANGLARES DE CHIAPAS

Se han realizado una serie de evaluaciones sobre la estructura de los bosques de mangle en este litoral, las más importantes son: Ramírez y Segura (1994) con una propuesta de ordenamiento de esta vegetación en el sistema lagunar de Panzacola. Estudios puntuales se han realizado en los sistemas lagunares de Pozuelos-Murillo (Orihuela 2001), en este mismo sistema Pulido y Tovilla (2002) realizan una descripción de la estructura del manglar y del grado de extracción; Salazar (2003) realizó la descripción de la estructura y los parámetros fisicoquímicos en la zona de La Cigüeña; mientras que Landeros (2005) estudió la estructura del manglar en laguna de Chantuto; posteriormente Salas (2006) analiza la estructura de la vegetación en Panzacola, Cerritos y Hueyate; evaluaciones semejantes son realizadas por Romero (2006) en Carretas-Pereyra.

Tovilla et al. (2007) realizan el primer inventario sobre el estado del manglar en la costa de Chiapas. Posteriormente Morales (2010) describe la estructura y el uso de la leña en la zona el Castaño y Zacapulco; seguidamente Ramírez (2011), evalúa la estructura del mangle en la zona núcleo de la Encrucijada. Romero (2013), por medio de evaluaciones en campo e imágenes de satélite, cuantifica la pérdida de mangle en los municipios de Suchiate y Tapachula, Santamaría (2014) realiza una evaluación semejante en el sistema la Conquista- Joaquín Amaro. Finalmente, Tovilla et al. (2009-2017) inician un inventario del manglar en Chiapas, utilizando monitoreos anuales, esta es la referencia más completa sobre estos rodales de esta entidad, el cual es financiado por la CONABIO.

### **HISTORIA DE LOS CAMBIOS DE ESTA VEGETACIÓN EN CHIAPAS**

Los manglares se extienden sobre 300 km del litoral y durante los años de 1950-60, probablemente la extensión de manglares rebasaba las 53,953 hectáreas; desafortunadamente en los siguientes 60 años ha habido una degradación continua de esta vegetación. De acuerdo a Rodríguez et al. (2013) y Valderrama-Landeros *et al* (2014 y 2017) en esta entidad esta vegetación cubre una superficie de 46,976 hectáreas, que representa el 5.3 % a nivel nacional. Esta vegetación ha tenido cambios marcados a lo largo de los últimos 45 años, en 1972 los bosques de mangle se extendían sobre una superficie de 53,901 hectáreas; en 2005, esta superficie se había reducido a 44,598, finalmente en 2010 se registró un incremento quedando en 46, 276 has (Rodríguez et al. 2013; y Valderrama-Landeros *et al* 2017).

#### **1.2. CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES DE MANGLE EN CHIAPAS**

Actualmente existen en el litoral tres áreas naturales protegidas (ANP) y un santuario de la tortuga marina. La ANP más grande es la Reserva de Biosfera La Encrucijada, posee una superficie de 144, 868 hectáreas. Comprende los municipios de Mazatán, Huixtla, Villa Comaltitlán, Acapetahua, Mapastepec y Pijijiapán. En la parte sur de la entidad existen dos ANP estatales: Las ANP: “El Gancho-Murillo” con 4,466 hectáreas y “Cabildo Amatal” con 3,269. Para una extensión total de 7,735. Comprende los municipios de Suchiate y Tapachula.

### 1.3. DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS BOSQUES DE MANGLE.

En el litoral de Chiapas existen seis especies de mangle: *Rhizophora mangle* L., *R. harrisonii*, *Avicennia germinans* L. A. *bicolor*, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn., *Conocarpus erectus* L, así como una variedad de *Conocarpus erectus var sericeus* (Tovilla et al 2007; Nettel et al 2008; Santamaría 2014). La vegetación de mangle está asociada a los sistemas lagunares: 1. El Gancho; 2. Pozuelos-Murillo; 3. Cabildo-Amatal; 4. Barra San José-San Simón; 5. Sistema Hueyate-Panzacola-Cerritos-Teculapa-Paixtalón; 6. Sistema Barra Zacapulco-El Castaño-Chantuto; 7. Pampa Honda-Barrita de Pajón; 8. Lagunas Carretas-Pereyra; 9. Estero Chochohuita; 10: La Conquista-Joaquín Amaro-Manguito; 11. Laguna Buenavista-La Joya y 12. Sistema El Capulín-Mar Muerto (Figura 1).



Figura 1. Localización de las zonas de manglares en la costa de Chiapas.

Los humedales costeros incluyen una gran variedad de tipos de hábitat, entre ellos ríos, lagunas costeras, manglares e incluso arrecifes de coral. Además, hay humedales artificiales como viveros de peces y camarones, estanques acuícolas, tierras irrigadas para la agricultura, salinas, embalses, campos de aplicación de fangos y canales. Dentro de los humedales costeros, los bosques de manglar se encuentran entre los entornos más productivos del mundo.

Los manglares son las formaciones boscosas más importantes de la zona costera del Pacífico Sur de México y Centroamérica; en la costa de Chiapas, asociado a ellos, existen áreas de vegetación acuática riparia, manchones de selva, bosques de zapotón, palmares y vegetación de dunas. México posee la segunda extensión de manglar en este continente y los manglares del Soconusco Chiapas, son los bosques más diversos, mejor desarrollados y medianamente conservados del Pacífico de América. Vegetación de la cual depende una riqueza faunística notable y poco estudiada. Desafortunadamente, el excesivo crecimiento de la población humana, el avance de las fronteras agropecuarias, la extracción de madera, la pesca, acuicultura y la introducción de contaminantes, a mediano plazo amenazan la biodiversidad de este ecosistema. Los manglares brindan beneficios económicos como: suministro de agua (cantidad y calidad); pesquerías (más de 2/3 partes de la producción pesquera del mundo están vinculadas a la salud de las zonas costeras y los manglares); la agricultura costera depende de estos ecosistemas por conducto de la conservación de la capa freática y la retención de nutrientes en los terrenos aluviales; producción de madera; recursos energéticos, como turba y materias provenientes de las plantas; recursos silvestres; transporte; y oportunidades de recreación y turismo.

La valoración económica de los ecosistemas de manglar es necesaria a través de inventarios, incluso es una tentativa de asignar un valor cualitativo y cuantitativo a los bienes y servicios suministrados por los recursos o sistemas ambientales que están inmersos en ellos. Existen dos razones para realizar una valoración de los servicios y bienes que proporcionan los manglares: la valoración es un modo de estimar los bienes que el ecosistema brinda a la población y permite a los expertos financieros realizar un análisis del costo y beneficio que puede ser útil al evaluar la pertinencia de las inversiones ambientales. En el análisis de costo y beneficio se comparan precisamente los bienes y el costo que tiene para la sociedad la ejecución de las políticas, los programas y las actividades encaminados a proteger y restaurar un ecosistema (Tovilla et al 2001).

En consecuencia, es un instrumento importante para quienes gestionan el medio ambiente y toman decisiones, justificando el gasto público realizado en actividades de conservación y gestión de los manglares. Debido a ello es necesario realizar inventarios de los recursos naturales, así como del estado que guardan (estructura, mortalidad natural, regeneración, extracción y pérdida) los bosques de manglar a lo largo de la costa del Estado de Chiapas y Oaxaca, a fin de valorar el recurso, el uso que las comunidades campesinas y pesqueras dan a estos sitios; así como su valoración económica y ambiental dentro de las estadísticas forestales a nivel nacional, eso solo se puede realizar a través de un inventario puntual (Tovilla 2006; Tovilla et al 2007).

## **2. OBJETIVO**

Generar información sobre las características fisicoquímicas del suelo, el estado que guardan, la estructura y composición de los bosques de manglar a lo largo del Pacífico sur de México: Chiapas-Oaxaca, y la serie de cambios que deberán registrar en la estructura, extensión a lo largo de seis años de monitoreos, a fin de obtener una base de datos en Excel, acompañada de una serie fotográfica de los cambios ocurridos en estos bosques a lo largo del periodo de estudio en ambas entidades.

## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1. Inventario Forestal**

Se recopiló literatura relacionada con estudios que se han realizado en México y en el exterior, para conocer la situación actual de los bosques de mangle en el pacífico sur de México. De manera adicional se realizó un recorrido previo en el Istmo-Costa Hueve, Laguna de Chacahua-Pastoría de Oaxaca para la ubicación de los puntos de trabajo, con el apoyo de ortofotos digitales escala 1:20 000 (INEGI 1996; Google Earth 2006) ubicando el número de sitios de trabajo, en función de la extensión, formaciones de cada área de manglar.

### 3.2. Estructura y Composición de los Rodales.

En cada uno de los rodales se establecieron sitios de muestreo o *unidades de muestreo permanente* (PMP), de 400m<sup>2</sup> (20x20m), para estimar la zonación de las especies a lo largo de las franjas. Cada UM, se ubicó con un georeferenciador (GPS PLUS V), tomando las coordenadas de cada uno de los cuatro extremos de la UM y cuando la señal fue nula se tomó del centro de la UM, anotando el tipo de bosque de manglar en el sitio, así como también la vegetación asociada.

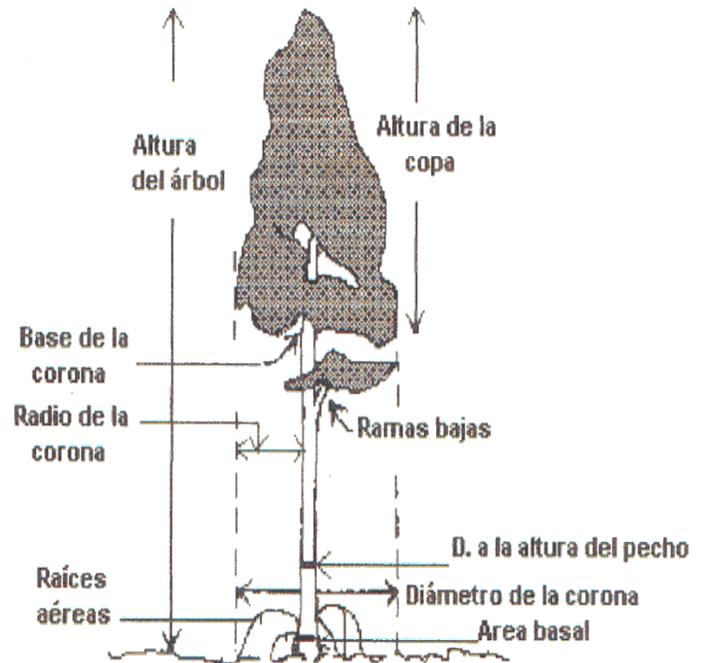


Figura 2. Algunos parámetros morfológicos obtenidos al arbolado.

Para delimitar cada una de las PMP, se utilizó hilo plástico y estacas de madera, todos los árboles en cada PMP fueron numerados en forma progresiva sobre la corteza, adicionalmente se utilizaron laminillas de aluminio para numerarlos, sosteniendo con cinchos de plástico para una mejor demarcación del arbolado, teniendo cuidado de establecer la numeración siempre de frente a los canales. Cada árbol se identificó por especie, para obtener la densidad y dominancia. Utilizando una cinta diamétrica se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP), para cada árbol se registró la condición del fuste: recto, semirrecto o chueco. En *A. germinans*, *L. racemosa* y *C. erectus*, el DAP se tomó a una altura de 1.3 m sobre el nivel del suelo, mientras que *R. mangle* esta medición se realizó a 30cm por encima de la última raíz aérea, donde inicia el fuste de acuerdo a Cintron y Schaeffer-Novelli (1984, 1985) (Figura 2).

En cada PMP se eligió el 20% del total de los árboles contabilizados, tomando partes iguales de árboles jóvenes, maduros y viejos; en estos árboles se estimó la altura total, altura solo del fuste (altura comercial) y la cobertura arbórea o diámetro de la corona, con un *Hipsómetro láser* (VERTEX III).

En cada PMP se estimó la extracción de madera para cada especie de mangle, midiendo el diámetro (DAP) de los tocones que aún poseían corteza <1año), a fin de conocer el uso que los habitantes asignan a cada especie. Expresándose (%) la extracción vs el arbolado en pie, la extracción por sitio. También se cuantificó la mortalidad natural, según el DAP de los árboles muertos en pie. Cada PMP se dividió en cuatro cuadrantes de 100m<sup>2</sup>, en cada cuadrante se situaron al azar cinco subcuadrantes de 1m<sup>2</sup>, para registrar especie, altura y número de plantas vivas, clasificadas en tres categorías de acuerdo a los criterios de Tovilla (1998): plántulas tipo I o A (con solo hojas), II o B (con ramificación), III o C (con raíces aéreas y diámetro <2.5cm); también se contabilizaron las plántulas muertas (por especie, altura y categoría) (Tovilla, 1998). Dentro de cada subcuadrantes de 100m<sup>2</sup>, se establecieron dos subcuadrantes de 4x4m, en los cuales se midieron todas las plántulas >1,3m de altura y <2.5m de DAP, estos constituyen la reserva de plántulas con mayor potencial de poder alcanzar el dosel del bosque, de acuerdo a Valdez *et al* (2002).

### **3.3. Análisis estadísticos**

Los datos obtenidos en campo se procesaron siguiendo los criterios de Cintrón y Schaeffer-Novelli (1985) y Tovilla (1998), para obtener la siguiente información:

**Índice de Complejidad de Holdridge:** para determinar el grado de desarrollo estructural en que se encuentra cada uno de los bosques de manglar a lo largo de la costa de Chiapas y Oaxaca.

ICH = (d)(a)(h)(s)/1000, Donde:

d = número de troncos/0.1 ha

s = número de especies

h = altura del rodal (m)

r = radio

ICH = Índice de Complejidad de Holdridge

a = área basal (m<sup>2</sup>/0.1ha)

### **Área basal**

El área basal, es el espacio ocupado por los árboles expresado en m<sup>2</sup>/hectáreas) longitudinal y horizontal cubierto por el tallo de un árbol (Corella *et al.*, 2005) es un parámetro descriptivo valioso. Se expresa usualmente en m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. El AB es una buena medida del desarrollo estructural de un rodal y está relacionado con el volumen de madera y biomasa (Cintrón y Schaffer, 1984).

El valor de área basal expresado en m<sup>2</sup>, como una función del DAP medido en centímetros, se calculó con la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{\pi(DAP)^2}{4} \text{ donde: } \quad \mathbf{A} = \pi /4(DAP)^2 \quad AB = \text{Área basal (m}^2\text{)}$$

$\pi = 3.1416$ ,  $DAP = \text{Diámetro Altura de Pecho}$

$r^2 = \text{radio al cuadrado}$

$0.7854 = \text{resultante de la división de } \pi / 4 \text{ m}^2 = \text{metro cuadrado}$

### ***Cobertura de dosel***

Se cuantificó la cobertura de copa al 20% de los árboles dentro de cada PMP, tomando partes proporcionales de árboles jóvenes, maduros y viejos. La toma de datos se realizó midiendo el diámetro de copa del árbol, a través de sus dos ejes, el mayor y el menor, pasando por el centro del árbol, realizando la medición con un hipsómetro Vertex III, a fin de estimar el diámetro promedio de cada copa en cada PMP. Con las medidas de los ejes, se calculó el diámetro de copa, obteniendo el valor de cobertura al estimar el área de la elipse.

Se utilizaron dos fórmulas: para copas o coronas que se asemejan a las copas que se asemejan a una elipse:  $\text{Área} = (e1+e2)/4 \pi$ .

Dónde:  $e1 = \text{longitud del eje 1}$ ,  $e2 = \text{longitud 2}$ ,  $r^2 = \text{radio al cuadrado}$

### ***Regeneración natural y pérdida de manglar***

**Cálculo:**

- *Regeneración natural* = (Nº de individuos por tipo) (100) / total de plántulas en PMP.
- *Mortalidad natural* = (Total de plántulas muertas) / total de individuos en PMP (100)

### ***Mortalidad natural del arbolado***

Se estimó la mortalidad, midiendo el DAP a todos los árboles caídos y muertos en pie. Identificando su tipo de especie de mangle en cada PMP.

**Cálculo:**

- *Mortalidad natural* = (Nº de individuos) \*(100) /Número total del arbolado de la PMP. El cálculo se hizo en cada PMP, para posteriormente obtener la mortalidad general del sistema.

### ***Extracción forestal***

En cada PMP evaluada en campo, se midió la extracción de madera midiendo el diámetro de todos los tocones para cada especie de manglar, expresándose (%) la extracción vs el arbolado en pie.

**Cálculo:** *Extracción forestal* = (Número de tocones) \*(100)/ Total de árboles de la PMP

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Monitoreo de los bosques de manglar en el estado de Chiapas

#### 4.1.1. Sistema Lagunar El Gancho

##### 4.1.1.1 Monitoreo del bosque de manglar

En los bosques de mangle del sistema lagunar El Gancho Murillo, existen en el área de estudio 10 Parcelas de Monitoreo Permanente (PMP), pertenecientes a los municipios de Tapachula y Suchiate, cada PMP se ubican aledañas a las comunidades de Miguel Alemán, Brisas del Mar y La Cigüeña, (figura 3).



Figura 3. Rodal senil fuertemente extraído de *A. germinans* en la zona de Brisas del Mar, municipio de Suchiate, Chiapas.

El total de PMP de este sistema comprende dos PMP con manglares tipo ribereño, cuatro constituida por manglares de borde y las últimas cuatro con bosques tipo cuenca. En los bosques ribereños la asociación más frecuente está conformada por las especies de mangle *L. racemosa* (mangle blanco) y *R. mangle* (mangle rojo), con una clara dominancia de *L. racemosa* sobre *R. mangle*; en los manglares de borde existen bosques monoespecíficos de *R. mangle* y *A. germinans*, así como asociación de especies de *L. racemosa*, *R. mangle* y *A. germinans*, generando bosques de mangle mixtos y dominantes.

En los bosques de mangle tipo cuenca existen bosques monoespecíficos de *R. mangle*, *A. germinans* y *C. erectus*. El monitoreo del manglar comprende cinco períodos de medición realizado en los años, 2009, 2010, 2011, y 2016-2017, en este período se realiza la cancelación del monitoreo en 3 PMP, debido al cambio de uso de suelo en la PMP: 5-1PMPCHGM, y afectaciones naturales, que ocasionaron el derribo del arbolado en las PMP: 10-1PMPCHGM y 015PMPCHGM, (Cuadro 1).

Municipio	Localidad	Tipo de bosque	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SUCHIATE	MIGUEL ALEMAN	RIBEREÑO	001PMPCHGM	DOMINANTE	Lr/Rm	1	5	MONITOREO PERMANENTE
			002PMPCHGM		Lr/Rm	2	5	
	BRISAS DEL MAR	BORDE	003PMPCHGM	DOMINANTE	Ag/Rm/Lr	3	5	
		CUENCA	004PMPCHGM	MONOESPECIFICO	Rm	4	5	
TAPACHULA	LA CIGUEÑA	BORDE	5-1PMPCHGM	MONOESPECIFICO	Ag	0	1	MONITOREO CANCELADO
			10-1PMPCHGM		Rm	0	1	
			015PMPCHGM		Ag/Rm/Lr	0	3	
		CUENCA	006PMPCHGM	MONOESPECIFICO	Ag	6	5	MONITOREO PERMANENTE
			066PMPCHGM		Ag	66	4	
			005PMPCHGM		Ce	5	5	

Se describe en un área de 50 m alrededor de cada PMP, cercanía al poblado en una PMP (desarrollo antrópico), con el objetivo de evaluar el impacto sobre manglares con la especie de *C. erectus*, a su vez 3 PMP se localizan en la frontera agrícola-pecuaria, así como la asociación con vegetación secundaria, finalmente dos PMP son las que se localizan cerca del estero y registran la presencia de *L. racemosa* y *R. mangle*, (Cuadro 2).

PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
001PMPCHGM	Lr/Rm	0	0	1	0	1	0	0	1	0
002PMPCHGM	Lr/Rm	0	1	1	0	1	0	0	0	0
003PMPCHGM	Ag/Rm/Lr	0	1	0	0	1	0	0	1	0
004PMPCHGM	Rm	0	1	0	0	1	0	0	0	0
005PMPCHGM	Ce	1	0	1	0	0	0	0	0	0
006PMPCHGM	Ag	0	0	0	0	1	0	0	0	0
066PMPCHGM	Ag	0	0	0	0	1	0	0	0	0

#### 4.1.1.2. Estructura y composición

En la evaluación de las PMP se registró en 2009 un área basal (AB) de 376.5 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, que representó el 84% del (AB) total del arbolado en pie, mientras que el arbolado muerto de forma natural fue del 6%, y la extracción forestal constituyó el 10% del (AB) total, para este sistema de manglares, en ese año. En el año 2011, se registra una disminución del área basal con un valor de 283.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, tendencia que también se hace evidente en el año 2017 siendo el último período de evaluación, con un área basal de 194.4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, de esta manera los valores obtenidos registran una disminución del área basal del arbolado vivo con respecto al año inicial del 2009. La extracción forestal registró en los cuatro períodos de medición un porcentaje no mayor al 11%, situación que en 2016 se incrementó fuertemente hasta 33% de extracción; mientras que la mortalidad natural se mantuvo en el intervalo de 3 a 6%. (Tabla 1, Gráfico 1).

**Tabla 1. Registro del área basal en el sistema El Gancho, Chiapas**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal extracción (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2009	376.5	27.0	46.5	450.0
2	2010	283.6	6.4	35.5	325.5
3	2011	297.2	15.5	37.0	349.8
4	2016	206.7	15.2	107.3	329.2
5	2017	194.4	7.2	23.7	225.3

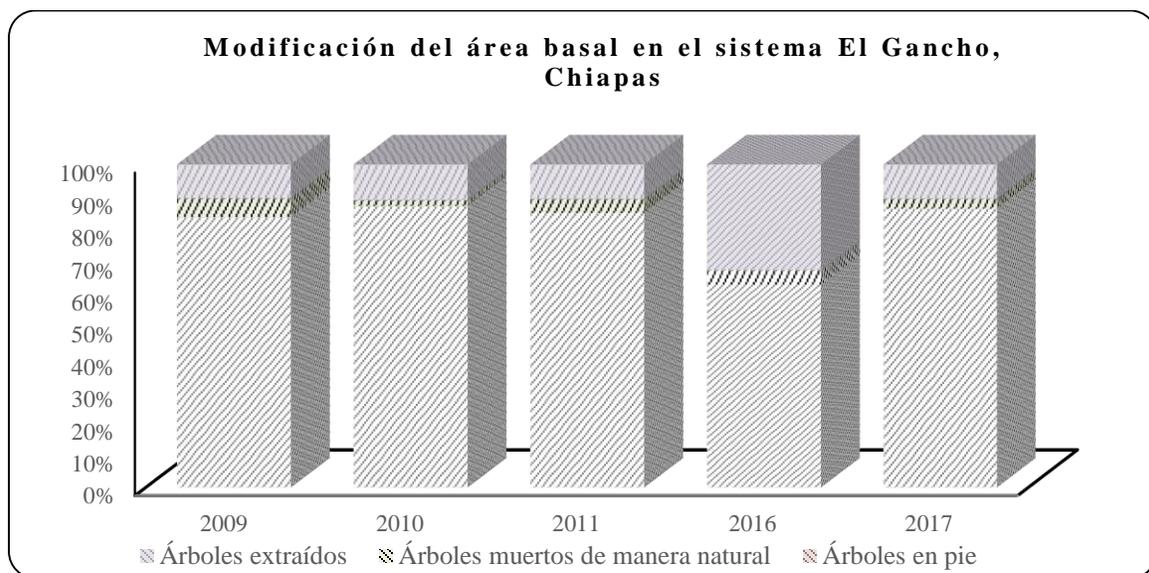
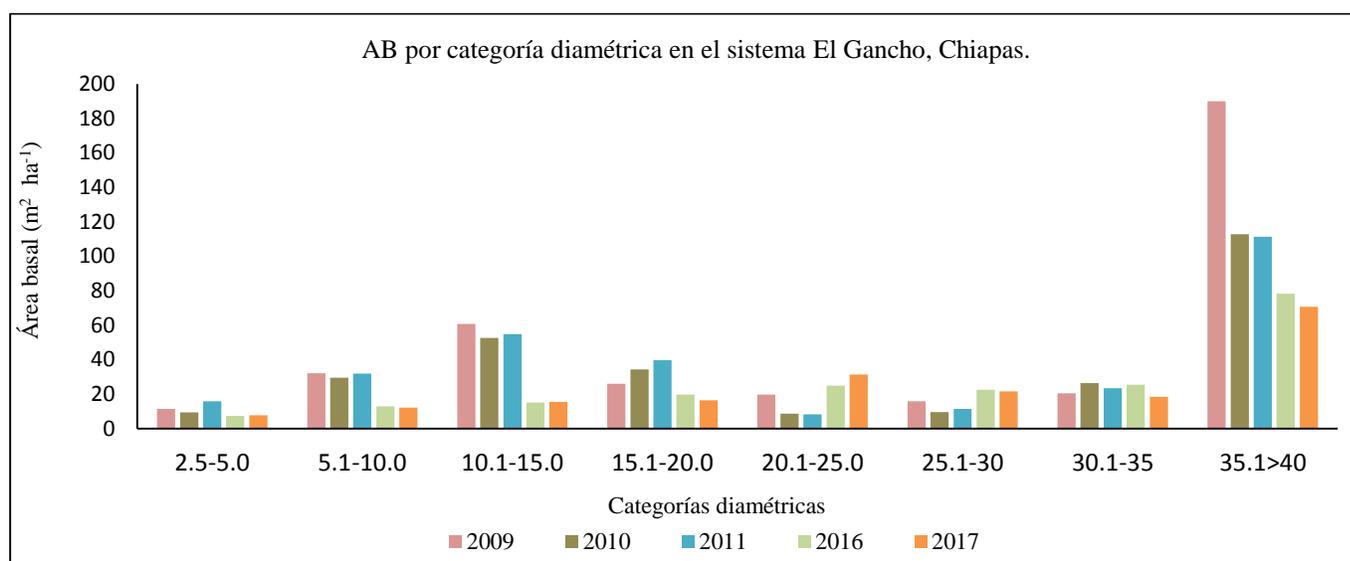


Gráfico 1. Modificación en el área basal en los bosques del sistema El Gancho, Chiapas.

A lo largo de este periodo 2009-2017, en cinco clases diamétricas (2.5-5.0; 5.1-10; 10.1-15.0, 15.1-20.0 y 35.1-40cm), se cuantificó una disminución en el área basal del arbolado; únicamente se registra un incremento notable en la clase diamétrica (20.1-25.0 cm); por el contrario, en las clases restantes se observaron cambios muy pequeños (gráfica 2, tabla 2). Los cambios más notables corresponden al área basal de los individuos más juveniles (<5 cm), la disminución fue de 11.49 a 7.87 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, una situación similar se observó en la siguiente clase diamétrica (5 a 10 cm), que en 2009 presentaba un área basal de 32.16 y en 2017 esta fue de solo 12.30 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Finalmente, el arbolado senil con diámetros mayores a los 35 cm, es el arbolado que aporta la mayor área basal a los bosques evaluados, (Gráfica 2, Tabla 2).

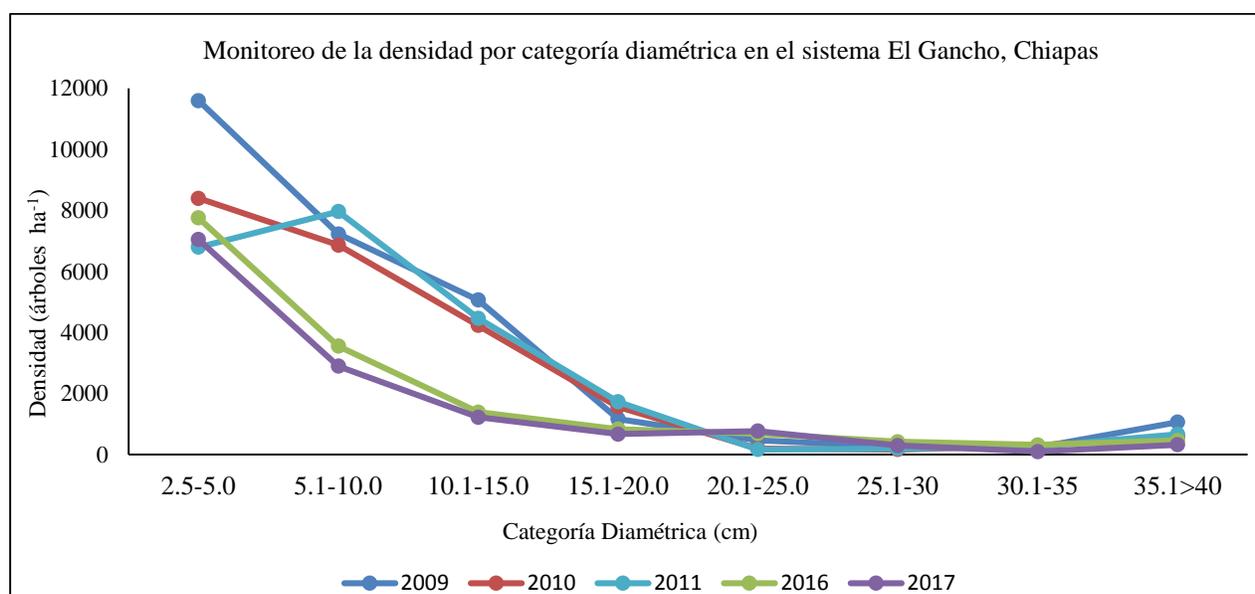


Gráfica 2. Distribución del área basal por categorías diamétricas.

**Tabla 2. Área basal (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema El Gancho, Chiapas.**

Monitoreo	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
2009	11.49	32.16	60.78	26.05	19.71	15.82	20.53	189.97	376.51
2010	9.51	29.57	52.56	34.29	8.75	9.65	26.38	112.93	283.64
2011	15.87	31.88	54.93	39.72	8.32	11.56	23.55	111.41	297.25
2016	7.39	13.03	15.08	19.83	25.01	22.62	25.42	78.35	206.74
2017	7.87	12.30	15.55	16.46	31.37	21.64	18.48	70.79	194.46

La densidad del arbolado presentó un comportamiento similar al área basal con categorías diamétricas registrando una disminución en la densidad en los rodales, entre el año inicial y el último período de evaluación. De esta manera en 2009, la densidad de árboles con diámetros de 2.5 a 5.0 cm fue de 11600 árboles/ha<sup>-1</sup>, disminuyendo a 7050 árboles/ha<sup>-1</sup> en 2017, una situación semejante se observó en el arbolado en fase madura con diámetros de 10.1 a 15.0 cm, con una densidad inicial de 5067 árboles/ha<sup>-1</sup>, a una densidad final de 1225 árboles/ha<sup>-1</sup>, en 2017. Tanto en el caso del comportamiento del área basal como de la densidad del arbolado, esto responde a un incremento acumulado de la extracción de madera en los bosques; así como a un incremento en la mortalidad natural debido a presión antrópica y ambiental sobre los bosques de mangle; en el caso del arbolado senil, estas mismas presiones están provocando la caída y muerte de los árboles más viejos; incluso el paso de algunos vientos y tormentas tropicales en este periodo de estudio (Gráfica 3, Tabla 3).



Gráfica 3. Monitoreo de la densidad de árboles en pie en el sistema lagunar El Gancho, Chiapas.

**Tabla 3. Densidad de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema El Gancho, Chiapas.**

Monitoreo	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
2009	11600	7233	5067	1167	467	267	233	1067	27100
2010	8400	6867	4233	1567	200	167	300	600	22333
2011	6800	7967	4467	1733	167	200	267	667	22267
2016	7758	3558	1392	833	692	425	317	467	15442
2017	7050	2900	1225	675	775	300	100	325	13350

Otros parámetros estructurales en estos bosques de mangle, son indicativos directos de la fuerte presión antropogénica y ambiental que actualmente padecen y tiende a incrementarse en los siguientes años, conforme se incrementa la población y sus actividades; así como el cambio climático. Por ejemplo, se cuantificó un diámetro promedio de 8.8 cm en 2009 disminuyendo a 7.3 cm en 2017, mientras que la altura total promedio del arbolado fue de 13.3 m en 2009, disminuyendo a 12.0 m en 2017, así como un cambio muy sensible en la cobertura arbórea promedio de 30.5 a 21.9 m<sup>2</sup>. Estos resultados son indicativos de un marcado deterioro del arbolado, observando la condición de los fustes se cuantificó que hasta un 84% del arbolado presentan los troncos torcidos; 9% presentan fustes podridos o plagados y solo el 7% del arbolado restante presentan fustes rectos. Estos últimos corresponden al arbolado juvenil de *L. racemosa* o *R. mangle*, esto es más crítico en *A. germinans* y *C. erectus*, donde no existen arboles rectos, (Tabla 4).

**Tabla 4. Parámetros estructurales en el sistema El Gancho, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (arboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2009	8.8	13.3	30.5	27100	46	158000
2010	8.3	15.1	15.8	22333	58	162000
2011	9.2	15.5	16.0	22267	61	114000
2016	8.2	14.7	20.5	15442	40	62250
2017	7.3	12.0	21.9	13350	31	70,000

Un elemento muy importante indicativo del cambio en los manglares, es la regeneración del bosque, el cual se manifiesta como el número total de plantas en el piso de los bosques, que cambia radicalmente entre lluvias y secas; el cual a lo largo de los años ha ido disminuyendo. En 2009 al inicio del estudio, se registró un promedio de 158,000 plantas/ha<sup>-1</sup>, incrementándose en el siguiente año, probablemente debido a que ese año fue muy lluvioso en Chiapas; posteriormente la cantidad promedio de plántulas en los bosques ha ido disminuyendo hasta 70,000 plántulas/ha<sup>-1</sup> en 2017; una gran presión se ejerce por la introducción de animales como vacunos, cabras y borregos en los terrenos aledaños a los manglares y otras actividades humanas como la extracción de madera; adicionalmente para la costa de Chiapas los últimos cinco años se han caracterizado por ser años muy secos.

#### 4.1.1.3. Diagnóstico del manglar

Todo el sistema de manglar del Gancho, cada día está sujeto a una serie de presiones antropogénicas y ambientales, como lo demuestran la disminución de hasta 50.7% de la densidad en el arbolado a lo largo de nueve años, pasando de una densidad promedio de 2710 árboles/ha<sup>-1</sup> a 13352710 árboles/ha<sup>-1</sup>, hasta seis clases diamétricas registraron disminución en la densidad, siendo más grave la disminución en las primeras cuatro clases diamétricas (2.5-20.0 cm), las cuales están constituidas por el arbolado juvenil - maduro, el cual tiene las capacidades máxima de desarrollo y producción de propágulos, solo dos clases diamétricas registraron incrementos (20.1-30.0 cm); sin embargo un análisis del incremento de este arbolado indica que son arboles maduros torcidos o chuecos, muchos de los cuales están siendo discriminados por los leñadores debido a la baja calidad maderable. Situación asociada a una disminución del área basal (51.6%); esto responde a una elevada extracción promedio en el área basal de (35.6 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>), con excepción de 2016 donde la extracción llegó hasta 107.3 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>. Estos niveles de extracción de madera son hasta cuatro veces superiores al porcentaje reconocido para que un bosque se mantenga a lo largo del tiempo (FAO 1997). Por otro lado, la disminución de la densidad en el arbolado de mejor calidad del bosque, es más grave si lo comparamos con la fuerte disminución de la presencia de plántulas en el piso del bosque en los años estudiados.

Durante el estudio, que comprende un período de 9 años, se registraron cambios de uso de suelo en una PMP, así como afectaciones naturales, siendo una de las más importantes el paso del huracán Bárbara y otros meteoros, situaciones que ocasionaron cambios en la estructura y composición del manglar y que influyeron en una disminución en los valores estructurales del bosque, corroborado por un cambio marcado en los valores promedio del Índice de Complejidad de Holdridge, que paso de 46 en 2009 a 31 para el año final del estudio. El uso extractivo de madera no ha disminuido en este periodo. La presencia de años extremadamente secos como sucedió de 2013-2015, cuando las lluvias registraron solo la tercera parte de las precipitaciones anuales. Actualmente todos los bosques de mangle de este sistema, con excepción de los sitios más alejados de las comunidades, están quedando como bosques seniles. De seguir así esta tendencia, en los siguientes cinco años, grandes áreas de la zona de las comunidades de Miguel Alemán aledaña al Río Suchiate y Brisas del Mar cercana a Río Cahoacán, se convertirán en bosques residuales con nula capacidad de regeneración, como se observa en las figuras 3 y 4.



Figura 4. La extracción de madera de *L. racemosa*, *R. mangle* y *C. erectus* es constante en el sistema El Gancho, municipio de Suchiate, Chiapas.

## 4.1.2. Sistema Lagunar Pozuelos-Murillo

### 4.1.2.1. Monitoreo del bosque de manglar

En los bosques de manglar del sistema Pozuelos-Murillo se llevó a cabo el estudio en cinco Parcelas de Monitoreo Permanente (PMP), todos sitios están ubicados dentro del municipio de Tapachula. Como en el sistema anterior los manglares presentan un grave deterioro, principalmente en la zona de Laguna de Pozuelos, Playa Linda y el límite con el Sector Naval. Por el contrario, existen áreas bien conservadas en la zona de El Esterón y Pampa Murillo como se observa en la figura 5.



Figura 5. Deterioro de los bosques de mangle *C. erectus* en las inmediaciones de la comunidad de conquista Campesina.

Del total de PMP, dos de ellas corresponden manglares tipo ribereño, una PMP está constituida por manglares tipo borde; mientras que los de tipo cuenca se ubican en dos PMP. Los bosques ribereños, son bosques monoespecíficos de *R. mangle* y *A. germinans*. En la PMP tipo borde se registra la asociación de *L. racemosa* dominando sobre *A. germinans* y *R. mangle*. Finalmente, en los bosques tipo cuenca se registran bosques monoespecíficos de *A. germinans* y *C. erectus*. El monitoreo comprende cinco períodos de medición a excepción de la PMP 014PMPCHPM, debido a que fue agregada en un segundo período de evaluación, y solo registra cuatro períodos de evaluación (Cuadro 3).

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID Conabio	Monitoreos Realizados	Estatus Actual
TAPACHULA	CONQUISTA CAMPESINA	RIBERENO	008PMPCHPM	MONOESPECIFICO	Rm	8	5	MONITOREO PERMANENTE
			014PMPCHPM	DOMINANTE	Ag/Lr	14	4	
		BORDE	007PMPCHPM		Lr/Ag/Rm	7	5	
		CUENCA	016PMPCHPM	MONOESPECIFICO	Ag	16	5	
			009PMPCHPM		Ce	9	5	

El análisis en un área de 50 m alrededor de las PMP, presenta en tres de ellas la cercanía a la comunidad de Conquista Campesina, cuya influencia es más notoria sobre los bosques de mangle de *A. germinans* y *C. erectus*, igualmente existen dos PMP cercanas a canales de marea, existen dos sitios con bosques monoespecíficos de *A. germinans* y *C. erectus* con vegetación terrestre asociada, (Cuadro 4).

PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
007PMPCHPM	Lr/Rm/Ag	0	0	0	0	1	0	0	1	0
008PMPCHPM	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
009PMPCHPM	Ce	0	0	1	0	1	0	0	0	0
014PMPCHPM	Ag/Lr	0	0	0	0	1	0	0	0	0
016PMPCHPM	Ag	1	0	1	0	1	0	0	0	0

#### 4.1.2.2. Estructura y composición

En el año de 2009 el área basal promedio en este sistema de manglar era de 83.8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, de esta cantidad el arbolado en pie representaba el 69% del (AB) total, seguido de la mortalidad natural (19%), mientras que el (AB) por extracción de madera representaba (13%). En 2010 y 2011 se registró un incremento notable del área basal con 158.3 y 168.1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, tendencia que disminuye en los años siguientes, finalizando con un área basal de 126.3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, es posible que el incremento del (AB) total es el resultado de la inserción de un sitio nuevo de monitoreo, constituido por *A. germinans* y *L. racemosa*. El área basal representada por la mortalidad natural registro los máximos en 2009 y 2016 con (23.2 y 16.4). La extracción mayor de madera (15.4 y 27.2%) se presentó en los mismos años que la mortalidad natural, mientras que en el último monitoreo esta disminuye hasta 5.4 en 2017 (Tabla 5, Gráfico 4).

**Tabla 5. Área basal en el sistema de Pozuelos, Murillo, Chiapas**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie ( $m^2 ha^{-1}$ )	Área basal mortalidad natural ( $m^2 ha^{-1}$ )	Árboles extraídos ( $m^2 ha^{-1}$ )	Área basal Total ( $m^2 ha^{-1}$ )
1	2009	83.8	23.2	15.4	122.3
2	2010	158.3	2.5	6.0	166.7
3	2011	168.1	0.0	0.9	169.0
4	2016	129.1	16.4	27.2	172.6
5	2017	126.3	2.4	5.4	134.1

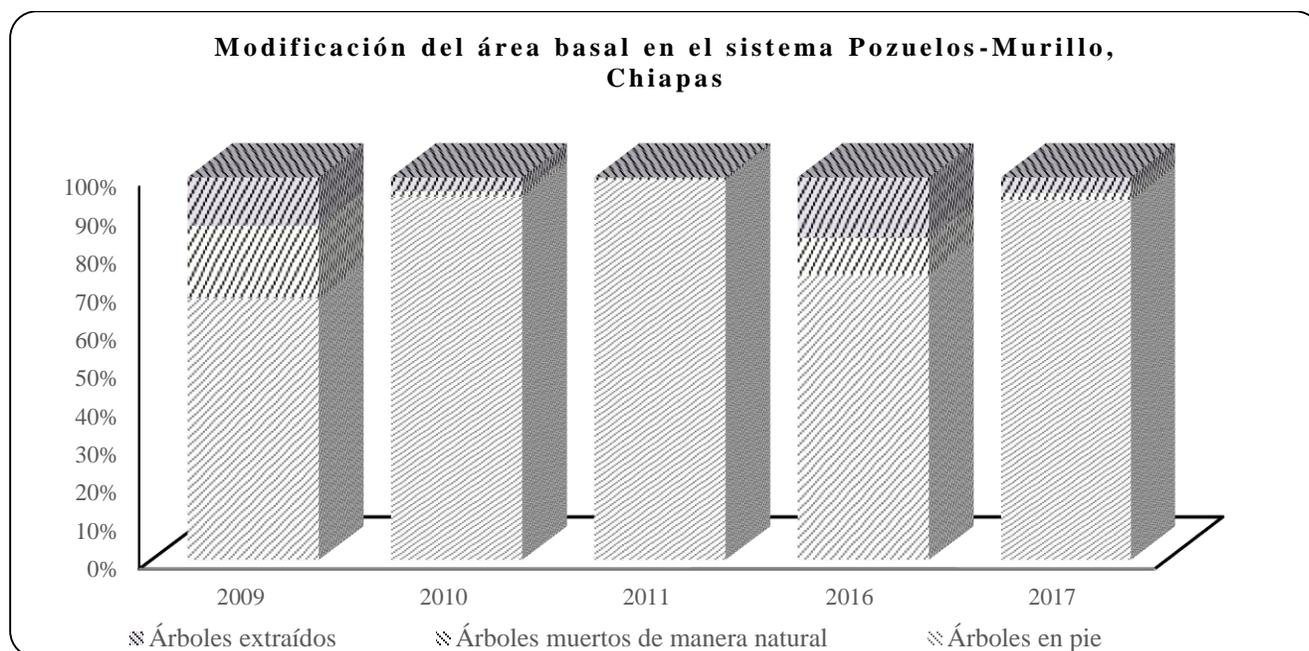
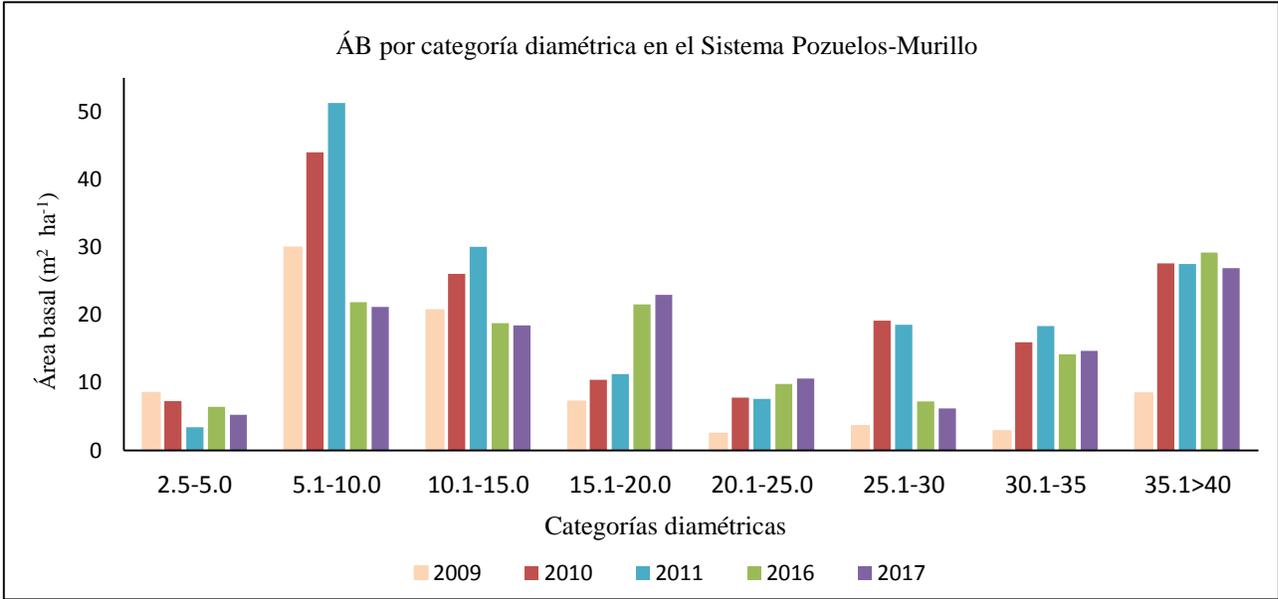


Gráfico 4. Modificación del área basal en los bosques del sistema Pozuelos-Murillo, Chiapas.

La variación del área basal a lo largo del periodo de estudio registro algunos cambios notables. Para la primera clase diamétrica con individuos con diámetros  $<5$  cm, este parámetro disminuyó de 8.49 a 5.23  $m^2 ha^{-1}$  entre 2009 y 2017, una situación similar se observó en los arboles con diámetros de 5 a 10 y 10.1 a 15 cm, sin embargo en estos árboles en los años 2010 y 2011, se registró las mayores áreas basales, esta situación difiere en los arboles con diámetros de 15.1 a 20 y 20.1 a 25cm, los cuales registran para 2009 un área basal de 7.22 y 2.47  $m^2 ha^{-1}$ , finalizando en el último año con un área basal de 22.96 y 10.60  $m^2 ha^{-1}$ , a su vez se registra un incremento del área basal en los árboles seniles con diámetros mayores a los 35 cm, sin embargo este incremento es a causa de la incorporación de árboles seniles al monitoreo, (Gráfico 5, Tabla 6).



Figura 6. Todos los rodales de mangle, aledaños a la comunidad de Conquista Campesina, presentan una elevada extracción de madera y leña.

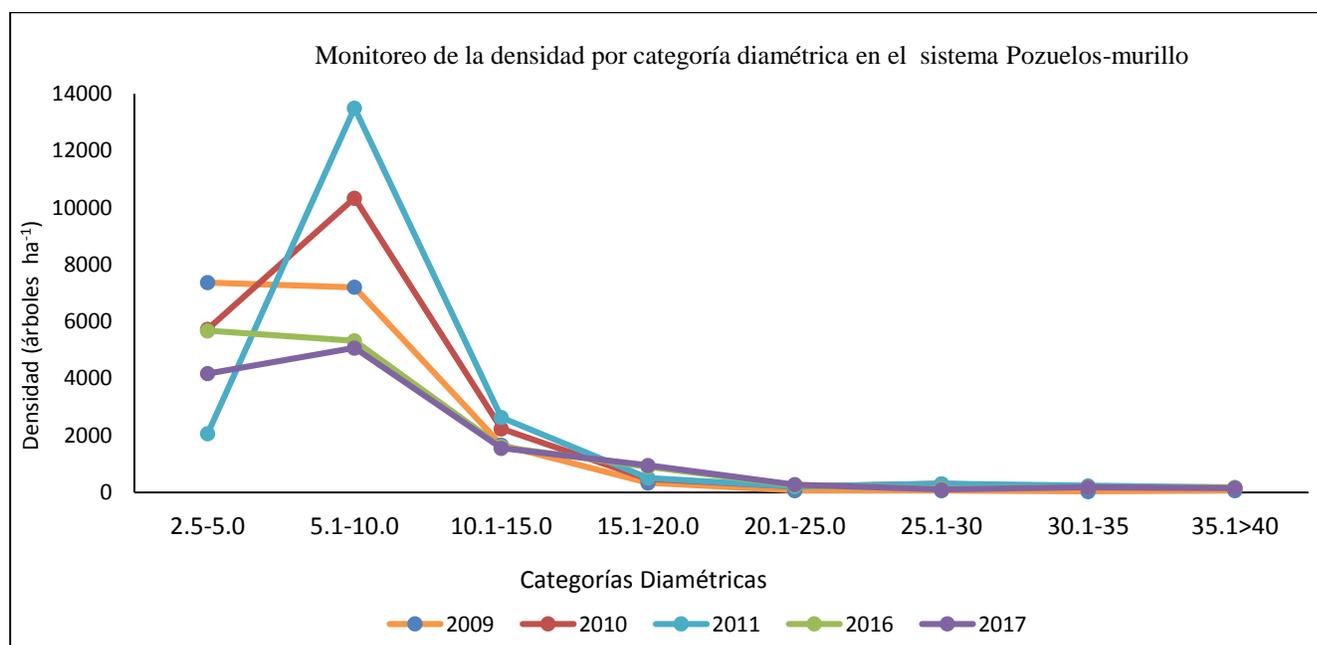


Gráfica 5. Distribución del área basal por categorías diamétricas.

**Tabla 6. Área basal del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema Pozuelos-Murillo, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1- 30 cm	30.1- 35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	8.49	29.97	20.73	7.22	2.47	3.61	2.85	8.47	83.8
2	2010	7.25	44.00	26.06	10.41	7.77	19.16	15.99	27.63	158.3
3	2011	3.43	51.30	30.06	11.26	7.59	18.54	18.36	27.54	168.1
4	2016	6.43	21.88	18.79	21.56	9.80	7.25	14.16	29.20	129.1
5	2017	5.23	21.17	18.46	22.96	10.60	6.20	14.71	26.93	126.3

La densidad del arbolado presenta un comportamiento similar al área basal, debido a que las categorías de diámetro menores registran una disminución en la densidad inicial y el año final de monitoreo. En 2009 la densidad de árboles con diámetros de 2.5 a 5.0 cm fue de 7367 a 4175 árboles/ha<sup>-1</sup>, sin embargo, la densidad de árboles en categorías diamétricas de 10 a 15 cm de diámetro se sostiene con una ligera disminución en relación al año inicial con 1667 árboles/ha<sup>-1</sup> con una densidad al final de monitoreo de 1550 árboles/ha<sup>-1</sup>, (gráfica 6, tabla 7), en el caso de los árboles más viejos se registró un incremento en la densidad considerando la presencia de arbolado senil que se integró al monitoreo del sistema.



Gráfica 6. Monitoreo en la densidad del arbolado en el sistema Pozuelos-Murillo, Chiapas.

**Tabla 7. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema Pozuelos-Murillo, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1- 30 cm	30.1- 35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	7367	7200	1667	333	67	67	33	67	16800.0
2	2010	5733	10333	2233	467	200	300	167	167	19600.0
3	2011	2067	13500	2633	500	200	300	233	167	19600.0
4	2016	5675	5325	1600	900	250	125	175	175	14225.0
5	2017	4175	5075	1550	950	275	100	175	150	12450.0

Otros parámetros estructurales como el DAP registraron incrementos a lo largo del estudio, el DAP al inicio presentaba un diámetro promedio de 7.5 cm y al final del estudio este fue de 9.8 cm. La altura total del arbolado observó un incremento del valor de manera semejante que el diámetro, al pasar de una altura de 12.0 a 14.0 m de altura; por el contrario, la cobertura arbórea prácticamente no registro cambios sustantivos en todo el periodo estudiado (15.7 a 15.8 m<sup>2</sup>). La regeneración natural indica cambios, con el valor más alto en 2009 con 72 667 plántulas ha<sup>-1</sup> y un valor final de 68,667. Finalmente el Índice de desarrollo estructural de Holdridge existe un incremento al pasar de 12.5 a 23 entre 2009 y 2017, con excepción del año de 2011 cuyo valor se elevó hasta 36, estos cambios en la estructura de los bosques es indicativa del grado de presión al cual están sometidos los bosques (tabla 8), si bien el DAP y altura del arbolado registro incrementos, analizando la condición del arbolado es un indicador de que la extracción de madera prácticamente ha ido dejando los arboles de menor calidad maderable, así del total de árboles en pie, solo el 13% presentan los fustes rectos, mientras que el 78% son arboles torcidos y el 9% restante son arboles deformes o presentan parte del fuste hueco o podrido.

**Tabla 8. Parámetros estructurales en el Sistema Pozuelos-Murillo, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (arboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2009	7.5	12.0	15.7	1682	12.5	72,667
2010	8.9	14.3	11.8	1960	34	48,667
2011	9.4	15.0	9.4	1967	36	60,000
2016	9.3	15.7	17.9	1422	28	68,667
2017	9.8	14.0	15.8	1245	23	68,500

#### 4.1.2.3. Diagnóstico del manglar

A lo largo de todo el tiempo del monitoreo, incluso antes de este monitoreo (Pulido y Tovilla 2002; Tovilla et al 2007; Romero-Berny 2013), todos los manglares del sistema lagunar de Pozuelos-Murillo han estado sujetos a una elevada extracción de madera y deterioro por dragados, el origen de este saqueo se debe a la demanda inicial de grandes cantidades de madera de mangle *R. mangle* y *C. erectus* en los años 1990-2002 por las fábricas de ladrillo y tabique ubicadas en la periferia de Puerto Madero, así como madera para la construcción de los tapos y empalizadas en toda la zona, la extracción de varas, polines, postes y leña. Los sitios donde existe mayor daño a los manglares son: La Cigüeña, Conquista Campesina, Ranchería Barra de Cahoacán laguna de Pozuelos, La Tinaja y Playa Linda, estas prácticas han provocado la pérdida de hasta un 39% del arbolado original, al pasar de una densidad en 2009 de 1682--- a 1245 árboles/has en 2017; esta problemática es muy aguda en toda el área aledaña Conquista Campesina y La Cigüeña (Pulido y Tovilla 2002; Tovilla et al 2007). Sin embargo, aun cuando existe una gran extracción de madera los rodales en todo el sistema se han mantenido, actualmente están constituido por rodales residual, con árboles viejos-maduros, la mayoría de ellos inclinados, torcidos, con termitas y perforaciones en los tallos, por el contrario, existe hasta un 11% del arbolado maduro que aún puede ser aprovechable.

El sitio presenta una densidad de media a baja. Este proceso ha dejado grandes claros en el dosel del bosque en muchos rodales, incluso Romero-Berny (2013), registro en el periodo de 1996 a 2012 una pérdida de hasta 189 has de manglares en el área de estudio. Esto ha originado una alteración en la humedad y temperatura en la parte baja del sistema de raíces del sitio (55% y 33°C). Las especies más demandadas son: *L. racemosa*, *R. mangle* y *C. erectus*, esta última especie en muchos sitios ha desaparecido, como lo demuestra la gran cantidad de tocones de mangle blanco y botoncillo que existen en muchos sitios. En la actualidad se ha observado la invasión de vegetación de herbáceas como pastos y cyperáceas sobre el suelo de los sitios más impactados, principalmente durante la época de secas cuando el suelo esta solo húmedo y abundan las lianas y bejucos. Durante los primeros monitoreos siempre se encontraron plántulas en el suelo del bosque, en el último monitoreo debido a que el sitio estaba seco -25cm, todas las plántulas estaban secas.

El suelo en buena parte del sistema de rodales está constituido por una capa de materia orgánica constituida por hojarasca, restos de madera y palizada de 5-7 cm de espesor sobre una base de limo y arena de hasta 35cm de profundidad. Durante la última visita al sitio se observó que el suelo estaba ligeramente inundado a secos en otros rodales. Los niveles de salinidad intersticial durante el mes de abril de 2018 fueron de 35-42 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<32 UPS).

*Bajo esta condición el sitio en el futuro tiende a hacerse un bosque residual debido a que el arbolado de mejor calidad se está extrayendo, lo que de continuar desaparecería en pocos años, así como a la reducida capacidad del arbolado a producir propágulos.*

### **4.1.3. Sistema lagunar Cabildo-Amatal**

#### **4.1.3.1. Monitoreo del bosque de manglar**

En los bosques de manglar del sistema lagunar Cabildo-Amatal, el estudio comprende cinco PMP, todas en el municipio de Tapachula, cercanas a las localidades de San Benito, Cabildo, Ejido Barra de San Simón y Amatal.



Figura 7. En Laguna de Cabildo, existe una elevada extracción de madera para la construcción de casa habitación, tapos, cercados y leña.

La evaluación se realizó en un sitio con manglares tipo ribereño, en tres existen manglares de borde y solo una sobre manglares tipo cuenca. En los bosques de tipo ribereño se registra la presencia de las especies *L. racemosa* y *R. mangle*, en asociación con otras especies terrestres de selva baja caducifolia, como es el almendro (*Terminalia catappa*) y el pimentillo (*Ocotea veraguensis*), en los manglares de borde, es dominante *R. mangle*, en asociación con *Phachira aquatica* y otras especies terrestres como *Hipomane mancinella*. El monitoreo comprende 5 períodos de medición a excepción de las PMP 016-1PMPCHCA y 18-1PMPCHCA, las cuales fueron evaluadas únicamente por un período (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Parcelas de Monitoreo Permanente del sistema Cabildo-Amatal,**

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
TAPACHULA	CABILDO	RIBERENO	012PMPCHCA	MIXTO	Lr/Rm/Va	12	5	MONITOREO
		BORDE	011PMPCHCA	DOMINANTE	Rm/Va	11	5	PERMANENTE
		CUENCA	18-1PMPCHCA		Ce/Lr/Va	0	1	MONITOREO
MAZATAN	AMATAL	BORDE	16-1PMPCHCA	MIXTO	Pa/Va	0	1	CANCELADO
	SAN SIMON		010PMPCHCA	DOMINANTE	Pa/Rm	10	5	MONITOREO PERMANENTE

Para las PMP se registra en un área de 50m a la redonda, otros usos del suelo, con la PMP 011PMPCHCA, ubicada en la frontera agrícola-pecuaria y en la cercanía del poblado se registra la PMP 012PMPCHCA (Figura 5, cuadro 6).

**Cuadro 6. Usos de suelo y vegetación en un área de 50m alrededor de cada PMP: ausencia (0) y uso del suelo (1)**

PMP	Asociación	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
010PMPCHCA	Pa/Rm	0	0	0	0	1	0	0	0	0
011PMPCHCA	Rm/Va	0	1	0	0	1	0	0	0	0
012PMPCHCA	Rm/Lr/Va	1	0	0	0	1	0	0	0	0

#### 4.1.3.2. Estructura y composición

En el 2009 se registra un área basal de 184.2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, que representa el 96% del AB total, en relación al arbolado muerto de forma natural (1%) y la extracción forestal (3%); en el año 2010, se registra una disminución fuerte del AB de 104.1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, valor que disminuye por la cancelación de un sitio de monitoreo, el cual no presentaba manglar, sino, la especie de *P. aquatica*, asociada con vegetación secundaria, así como la cancelación por un cambio de uso de suelo en otro sitio, a esto se debe agregar afectaciones en el arbolado causados por la tormenta tropical “Agatha” ocurrida

en 2010, estas situaciones que se presentaron durante el período de evaluación provocaron la disminución en el área basal que se observa en los distintos períodos de monitoreo finalizando en 2017 con un valor de  $96.4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . La mortalidad natural registra un máximo de  $5.3$  y  $0.0 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  al final del estudio en 2017, por otro lado, la extracción de árboles se sitúa en 2010 con el mayor valor con  $5.6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , y el mínimo en el año siguiente (Tabla 9, Gráfico 7, Figura 7).

**Tabla 9. Área basal en el sistema Cabildo-Amatal, Chiapas**

Monitoreo	Año	Área basal árboles vivos ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal mortalidad natural ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Árboles extraídos ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal Total ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )
1	2009	184.2	2.8	5.1	192.0
2	2010	104.1	1.6	5.6	111.4
3	2011	135.2	0.0	0.0	135.2
4	2016	91.8	5.3	3.6	100.7
5	2017	96.4	0.0	1.5	97.9

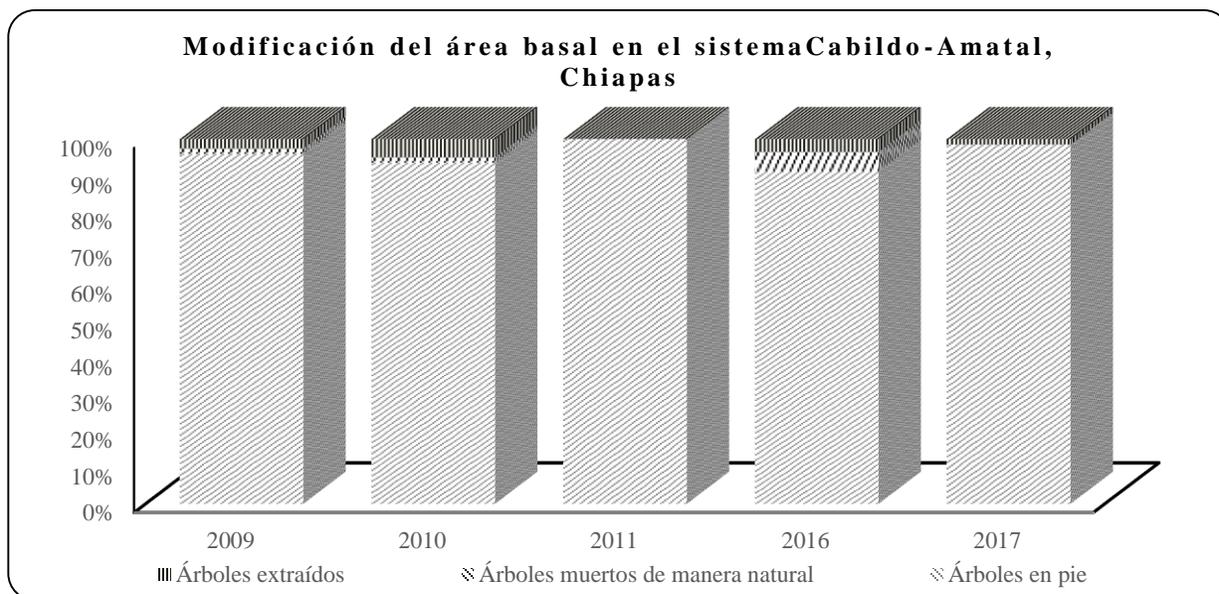
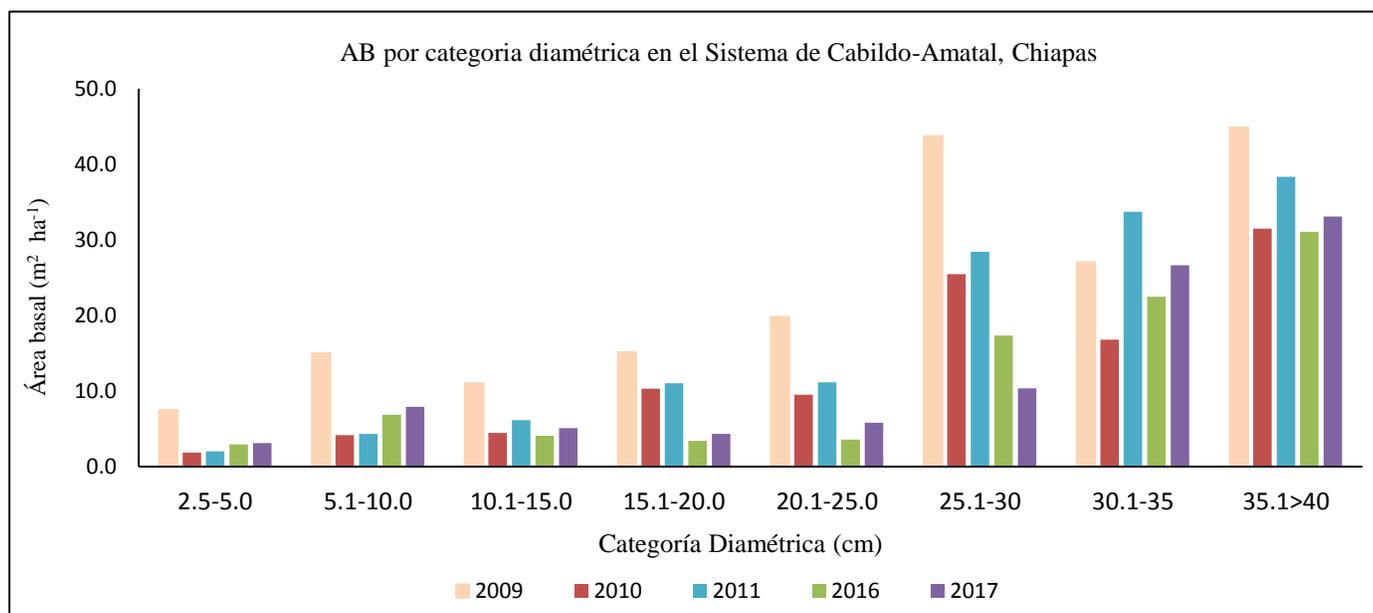


Gráfico 7. Modificación en el área basal en los bosques del sistema de Cabildo-Amatal, Chiapas.

En Cabildo-Amatal la distribución del AB en cada una de las clases diamétricas, presenta durante los cinco períodos de evaluación una tendencia a la disminución del valor inicial desde 2009 hasta 2017, siendo más notable en los últimos monitoreos (2016 a 2017), por ejemplo, en árboles en fase inicial de crecimiento con diámetros de 2.5 a 5 cm, registraron en 2009 un valor de  $7.5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , con una reducción constante a lo largo del periodo finalizando con  $3.1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  en el año de 2017;

la única excepción fue la clase de 30.1 a 35 cm, donde se observó una pequeña disminución en este valor estructural del bosque, donde el AB inicial fue de 27.1 finalizando con un valor de 26.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, incluso con incrementos notable en el año de 2011 (33.7). Una tendencia casi similar se observó en el arbolado viejo (35.1 a >40cm), esto es indicativo de que los árboles más viejos ya no son extraídos por los habitantes ya sea porque están demasiado gruesos y pesados o porque están deformes, plagados o podridos, acumulándose a lo largo del tiempo. Es notable la contribución del área basal aportado por las últimas clases diamétricas en este sistema de manglares (25.1 a >40 cm). La disminución fuerte en las clases diamétricas son el resultado de la caída de los árboles viejos o débiles por el paso del viento, la muerte por plagas u otras causas (Gráfica 8, tabla 10). En la zona del Amatal aún existe un buen grado de desarrollo y conservación del bosque de *R. mangle* asociado con *Pachira aquatica* o zapotón (Figura 8)

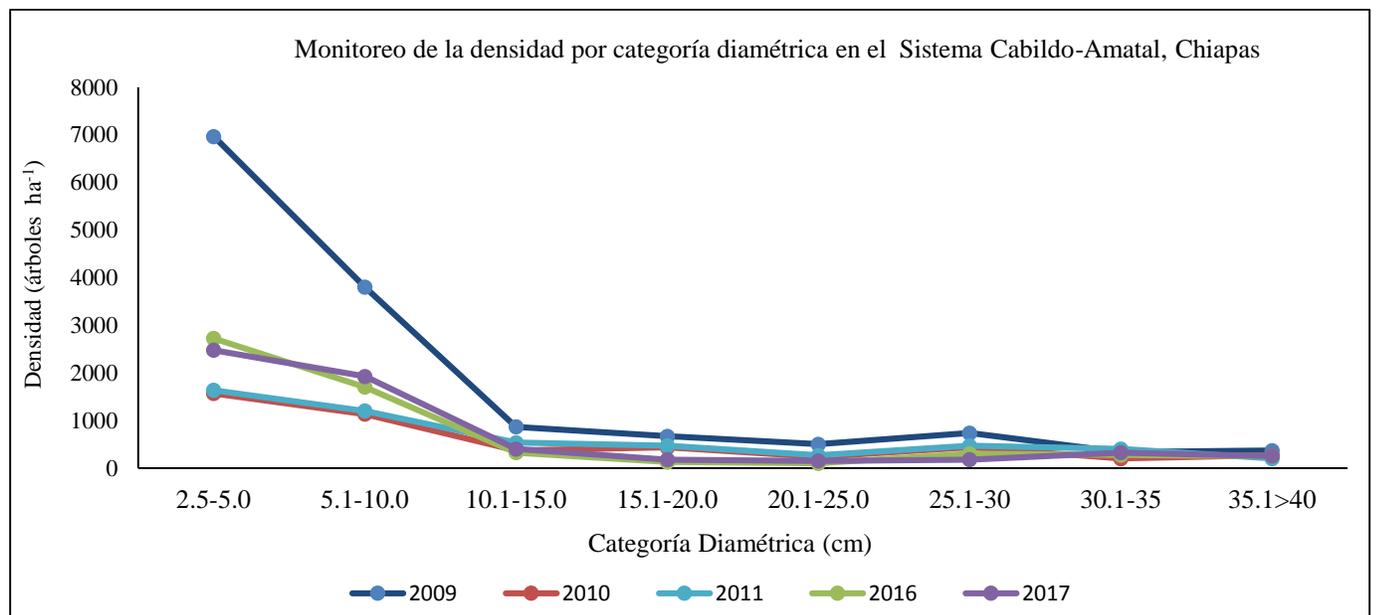


Gráfica 8. Distribución del área basal por categoría diamétrica en el sistema Cabildo-Amatal.

Tabla 10. **ÁB (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema Cabildo-Amatal, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	7.5	15.0	11.0	15.1	19.8	43.7	27.1	44.9	184.2
2	2010	1.9	4.2	4.5	10.3	9.5	25.5	16.8	31.5	104.1
3	2011	2.0	4.4	6.2	11.0	11.2	28.4	33.7	38.3	135.2
4	2016	2.9	6.9	4.1	3.4	3.6	17.3	22.5	31.1	91.8
5	2017	3.1	7.9	5.1	4.3	5.8	10.4	26.6	33.1	96.4

La densidad del arbolado registro un comportamiento similar al AB, disminuyendo la densidad de árboles a medida que se incrementa el grosor de los fustes en cada una de las categorías diamétricas durante el período de evaluación, esto puede considerarse normal, las variantes más fuertes en estos dos parámetros lo determinan la extracción de determinadas clases diamétricas y la mortalidad natural en los sitios. Una observación pertinente en este sistema lagunar, fue una disminución fuerte en todas las clases diamétricas en la densidad en el año de 2010, mientras que en los años siguientes esta tendencia se mantiene, a pesar de la disminución continua de la densidad del arbolado en los últimos años, durante el último año de estudio (2017) se observó un ligero incremento en la mayoría de las clases diamétricas y más observable (2.5 cm a 25 cm), (Gráfica 9, Tabla 11).



Gráfica 9. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema lagunar de Cabildo-Amatal, Chiapas.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	6967	3800	867	667	500	733	333	367	14233
2	2010	1567	1133	367	433	233	433	200	267	4633
3	2011	1633	1200	533	467	267	467	400	200	5166
4	2016	2725	1700	325	125	100	300	275	250	5800
5	2017	2475	1925	400	175	150	175	325	250	5875

La evaluación del diámetro del arbolado en 2009, registra un DAP promedio de 11.8cm, incrementándose a un máximo (15.2 cm) en 2011, y reduciéndose al final a 12.9 cm en 2017, un

DAP promedio superior en relación al año inicial. En el caso de la altura total de los árboles en el sistema, se registra una altura promedio de 16.0 m en 2017, sin embargo, en 2010 y 2011, este valor observo un promedio de 24.2 m, valor máximo en todos los períodos de evaluación. Asociado a la evaluación y modificaciones del DAP y AB, se observó a lo largo del estudio una disminución en la calidad de los fustes, al inicio del estudio hasta un 38% del arbolado presentaban los fustes rectos, mientras que un 51% presentaba los fustes torcidos y un 11% exhibía fustes chuecos, plagados o podridos, por el contrario, nueve años después estos valores cambian a: 18 : 69 : 13 entre árboles rectos, chuecos y podridos, un cambio estructural muy fuerte producto de la presión sobre el bosque.

En el caso de la cobertura arbórea, el valor máximo se registró en los últimos dos años con 46.4 y 42.1 m<sup>2</sup>, muy superior en relación al año inicial de estudios, con un valor de 36.8 m<sup>2</sup>. Esto último es una respuesta a la extracción del arbolado menor, quedando solo los árboles más viejos, los cuales presentan las copas más extensas, incluso al eliminarse el arbolado menor las copas tienden a ocupar los espacios vacíos dejados por los árboles muertos o extraídos. En relación a la regeneración de los bosques, es el año 2010, en que se registra el mayor valor promedio con 210,000 plántulas/ha<sup>-1</sup>, siendo una causa la apertura de grandes claros originados por el derribo de árboles maduros o viejos a causa de la tormenta tropical Agatha, seguido de un incremento en los años siguientes, para terminar en 2017 con un promedio de 140,000 plántulas/ha<sup>-1</sup>. Finalmente, el Índice de Complejidad de Holdridge, registra en 2017 un valor elevado de 79, el cual es superior en relación al 2009 con 56.4, (Tabla 12).



Figura 8. En el área del Amatal existe un bosque de mangle asociado a *Pachira aquatica* o zapotón con un buen nivel de conservación.

**Tabla 12. Parámetros estructurales en el Sistema Cabildo-Amatal, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2009	11.8	15.4	36.8	1423	56.4	63,000
2010	14.2	24.0	37.3	4633	41	210,000
2011	15.2	24.2	35.1	5167	67	90,000
2016	12.3	22.0	46.4	5800	87	68,000
2017	12.9	16.0	42.1	5875	79	140,000

#### **4.1.2.3. Diagnóstico del manglar**

Todos los sistemas lagunares y manglares de El Gancho, Pozuelos-Murillo y Cabildo-Amatal presentan fuertes presiones antropogénicas y ambientales, tanto del lado del mar, al interior del manglar, como en la parte terrestre, por el avance de las actividades humanas. Frente a la playa, los bosques de mangle presentan una gran presión debido a la llegada de gran cantidad de basura y aguas residuales procedentes de la ciudad de Tapachula y todas las poblaciones y comunidades asentadas en la cuenca del Río Cahoacán. Cuando está cerrada la bocabarra del río a partir de la Comunidad de la Cigüeña y Brisas del Mar, la corriente distribuye la basura a lo largo de los esteros y canales en unos 8 km., hasta laguna de Pozuelos, introduciendo gran cantidad de plásticos, y otros materiales dentro de los manglares y la parte interna de la playa. Cuando la barra está abierta, la basura se distribuye a lo largo de la playa, crenado un espectáculo crítico. Adicionalmente en la parte cercana a la comunidad de Ranchería de Barra de Cahoacán y Playa Linda en un frente de 7 km, existe un fuerte desarrollo urbano incontrolado, que, en los últimos 13 años, ha provocado cambios muy marcados en el paisaje costero, una fuerte demanda de agua dulce para el uso doméstico, así como para el relleno de las piscinas con fines turísticos. Este auge del desarrollo urbano sobre la zona de playa, también ha presionado la demanda de madera para la construcción de gran número de palapas, cercados y leña para consumo en la multitud de restaurantes establecidos. En la actualidad gran parte de la barra arenosa frente al mar, prácticamente esta parcelada y ha sido construida, provocando una presión adicional con la descarga de aguas residuales sobre los canales aledaños al manglar. Además del Río Cahoacán, hasta cinco arroyos drenan hacia los manglares.

El gran desarrollo agrícola de la parte terrestre, está presionando fuertemente a esta vegetación debido a la demanda de agua dulce para las plantaciones de banano, papaya y mango asentadas en los últimos 9-11 km de la ribera de los Ríos Suchiate, Cosalapa, Cahoacán y Coatán desde la década de 1940. Otras presiones sobre esta área, es el cambio del uso del suelo, que en los últimos 50 años ha visto recambios provocados de 1950-1975 por el cultivo intensivo de algodón, posteriormente de 1970-1980 se introdujeron grandes plantaciones de soya, maíz y sorgo. En la siguiente década aparecen en el área las plantaciones de mango y papaya, las cuales han transformado el paisaje, incluso a partir de 1990 en algunas áreas se introducen potreros en la zona de Tinajas y Conquista Campesina.

Estas actividades están asociadas al uso extensivo de fertilizantes, los cuales mediante el lavado de los suelos han provocado la eutrofización de los pequeños humedales que aún quedan aledaños a los manglares y lagunas costeras como sucedió de 2003-2012 en laguna Cabildos y Estero El Burrero, los cuales actualmente están cubiertos de lirio acuático, pistia y tulares. Asociado a la introducción de fertilizantes esta la entrada de buena cantidad de pesticidas, como malatión, aldrin, endrin, toxofeno y recientemente glifosatos, etc (Figura 9).



Figura 9. Plantación de papaya, sandía y melón en la ribera del Río Cahoacán, cultivos Altamente demandantes de agua dulce, fertilizante y plaguicida.

Aun cuando toda la zona de manglares y humedales de agua dulce asociados, conforman las áreas naturales protegidas (ANP) a nivel estatal de: El Gancho-Murillo y Cabildo-Amatal, declaradas desde 1999 en una extensión de unas 11,356 hectáreas, esta declaratoria es letra muerta, debido a que el gobierno estatal poco ha realizado para la protección efectiva del área.

Asociado al mal manejo de las microcuencas de los arroyos y ríos, todos los sistemas lagunares como el Gancho, Barra de Cahoacán, Pozuelos-Murillo, Cabildos- Amatal y los humedales asociados, actualmente están fuertemente azolvados por la gran cantidad de suelos y sedimentos procedentes de la parte media y alta de la cuenca, provocado por la deforestación y erosión del suelo. Esto ha tenido impactos formidables sobre la ecología de los cuerpos de agua costeros y la pesquería.

En los años de 1960-1990 la pesca ribereña en las lagunas de Pozuelos-Murillo y Cabildo producía una considerable cantidad de camarón y escama que era enviado a los mercados locales, a partir del año 2000, esta problemática se agudizó con el paso de los huracanes “Mitch” y “Stan”. Actualmente hasta un 55% del área de pesca de estos cuerpos de agua se han perdido debido al azolvamiento, esto ha provocado la demanda por el sector pesquero de obras de dragado, para rehabilitar la pesquería y la navegación en estas lagunas. La respuesta del gobierno federal y estatal ha sido el financiamiento de obras de dragado a partir de 2006-2008, las cuales han depositado el sedimento removido, en la parte trasera de los manglares, agudizando la problemática socioeconómica de toda la zona costera en su conjunto. A partir de 2008 en la parte posterior de los manglares de laguna de Cabildo se construyeron hasta seis depósitos o tarquinas con los sedimentos dragados de laguna de Cabildo, en una extensión de 9 hectáreas, estos sedimentos se depositaron en la parte posterior del manglar, amenazando grandes áreas de esta vegetación, debido a los procesos de alteración del flujo hídrico, la salinización de los suelos y a la expansión de los sedimentos al romperse los muros de contención de los mismos, como se observa en la figura 10. Asociado a la serie de presiones ambientales y antrópicas sobre los bosques de mangle de toda el área, la construcción del puerto, incremento el desarrollo urbano desordenado en Puerto Madero, San Benito y Playa Linda, actualmente existe una población cercana a 32,000 habitantes, mucha de esta población carece de agua potable y alcantarillado, debido a ello la mayor cantidad de aguas servidas por la población se desecha hacia el canal Interoceánico, en donde se realizan actividades de pesca. Por otro lado, la apertura del puerto en 1975, ha provocado un proceso incesante de erosión sobre el frente de playa, la cual en los siguientes 15 años se extendía sobre 3.5 km, hasta la localidad de San Benito. Después de 2005 con el paso del huracán “Stan”, la erosión de la playa se extendió hasta 7.4km, finalmente en los últimos tres años ha alcanzado la Barra del Río Coatlán a 15.4km de la entrada de la dársena del puerto.



Figura 10. Durante las obras de dragado de laguna Cabildo en 2006-2007, se construyeron seis depósitos de sedimentos sobre áreas de mangle.

Finalmente, al interior de los esteros y lagunas costeras anteriormente descritas, existe una anarquía en la pesquería en su conjunto, que van desde el no respetar las vedas y tamaños de los organismos, el uso de artes de pesca prohibidos como trasmallos, copos, atarrayas con luz de mallas reducidos, lo cual además de afectar los estadios de desarrollo del camarón y peces está provocando el colapso de la pesquería en su conjunto. En los últimos años se ha detectado la presencia de plaguicidas en los sedimentos y algunos peces y camarones de los sistemas lagunares anteriores.

De no hacer un majeo integral de las microcuencas y la zona costera en su conjunto, en los próximos años, provocará la eliminación de grandes áreas de manglar, como sucedió con los pantanos y humedales de agua dulce asociados, los cuales desaparecieron en los últimos 60 años. Actualmente Los manglares de El Gancho, Pozuelos y Cabildo son los más amenazados por todas las actividades antes enumeradas, y agudizadas por la extracción de madera y leña.

#### 4.1.4. Sistema lagunar Barra de San José-Barra de San Simón

##### 4.1.4.1. Monitoreo del bosque de manglar

En los bosques de manglar de este sistema se llevó a cabo el estudio en cinco Parcelas de Monitoreo Permanente (PMP), todas ubicadas en el municipio de Mazatán, aledañas a las localidades de Emiliano Zapata, Vadenia y Barra de San José. Es en estas áreas donde el sistema presenta la mayor alteración (Figura 11).



Figura 11. Este sistema presenta bosques medianamente alterados en las zonas aledañas a las comunidades.

La evaluación comprende cinco PMP en manglares tipo ribereño. En la 017 y 018 se registra la asociación de tres especies de mangle, siendo dominante en la primera un bosque mixto constituido por *A. germinans* y *R. mangle*, incluso esta última especie es dominante en las PMP segunda, 018, 019, 020 y 021 formando bosques mixtos.

Finalmente, en la PMP 021, existe la presencia de *P. aquatica*, asociada a *R. mangle* y *L. racemosa*, conformando un bosque de manglar mixto, esta es el sitio más diverso de todos los estudiados, debido a que se registra la asociación con vegetación secundaria con tres especies de mangle, *R. mangle* es ampliamente dominante en este sitio y está constituido por arbolado maduro. El monitoreo comprende cinco años realizados en los períodos, 2009-2010-2011 y 2016-2017, (Cuadro 7).

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
MAZATÁN	EMILIANO ZAPATA	RIBEREÑO	017PMPCHJS	MIXTO	Ag/Lr/Rm	17	5	MONITOREO PERMANENTE
			018PMPCHJS	DOMINANTE	Rm/Lr/Ag	18	5	
	019PMPCHJS		MIXTO	Rm/Lr/Pa	19	5		
	020PMPCHJS			Rm/Lr	20	5		
	SAN JOSE HUEYATE		021PMPCHJS	DOMINANTE	Rm/Va/Lr/Ag	21	5	

En un área de 50m a la redonda, se registra un sitio cercano a una comunidad, dos parcelas se ubican cercanas a cuerpos de agua y en los bosques de mangle se registra la presencia de vegetación, con especies características de selva baja como lo son el almendro (*Terminalia catappa*) y el pimientillo (*Ocotea veraguensis*), así como vegetación secundaria como pastos y especies introducidas como palma africana, (Cuadro 8).

PMP	Asociación	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaría	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
017PMPCHJS	Ag/Lr/Rm	0	0	0	0	1	0	0	0	0
018PMPCHJS	Rm/Lr/LAg	1	0	1	0	1	0	0	0	0
019PMPCHJS	Rm/Lr/Pa	0	0	0	0	1	0	0	1	0
020PMPCHJS	Rm/ Lr	0	0	0	0	1	0	0	0	0
021PMPCHJS	Rm/Va/Lr/Ag	0	0	0	0	1	0	0	1	0

#### 4.1.4.2. Estructura y composición

Entre 2009-2010 el AB total del arbolado en pie fue de 176.4-174.3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, esta cifra representa el 94%, seguido de los árboles muertos de forma natural (3%) y los árboles extraídos (3%). Posteriormente durante 2011, este parámetro se elevó en forma considerable hasta 214.2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Mientras que en los últimos dos años (2016-2017), se registró la disminución mayor del AB total con un valor de 130.8-133.5 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, estos valores indican una disminución del 24.4% del AB, en relación al año inicial del estudio; desafortunadamente no se tienen datos de 2013-2015, años críticos que en muchos sitios se elevó la extracción de madera principalmente durante los meses de febrero, marzo y abril y la mortalidad natural debido a fuertes vientos que pasaron en el área de estudio durante junio, julio y septiembre. El AB del arbolado muerto de manera natural varía desde cero en 2011, hasta el mayor valor en el año 2016, con 14.8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, por otro lado, la extracción de árboles varía desde un máximo de 5.4% en 2009, reduciéndose a cero en 2011, hasta un mínimo de 0.6% durante 2017, en todo el ciclo de evaluación, (Tabla 13, Gráfico 10).

**Tabla 13. Área basal en el sistema de Barra de San José-Barra de San Simón, Chiapas**

Monitoreo	Año	Área basal árboles vivos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área Basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2009	176.4	5.2	5.4	187.0
2	2010	174.3	11.5	2.4	188.2
3	2011	214.2	0.0	0.0	214.2
4	2016	130.8	14.8	3.8	149.4
5	2017	133.5	6.9	0.6	141.1

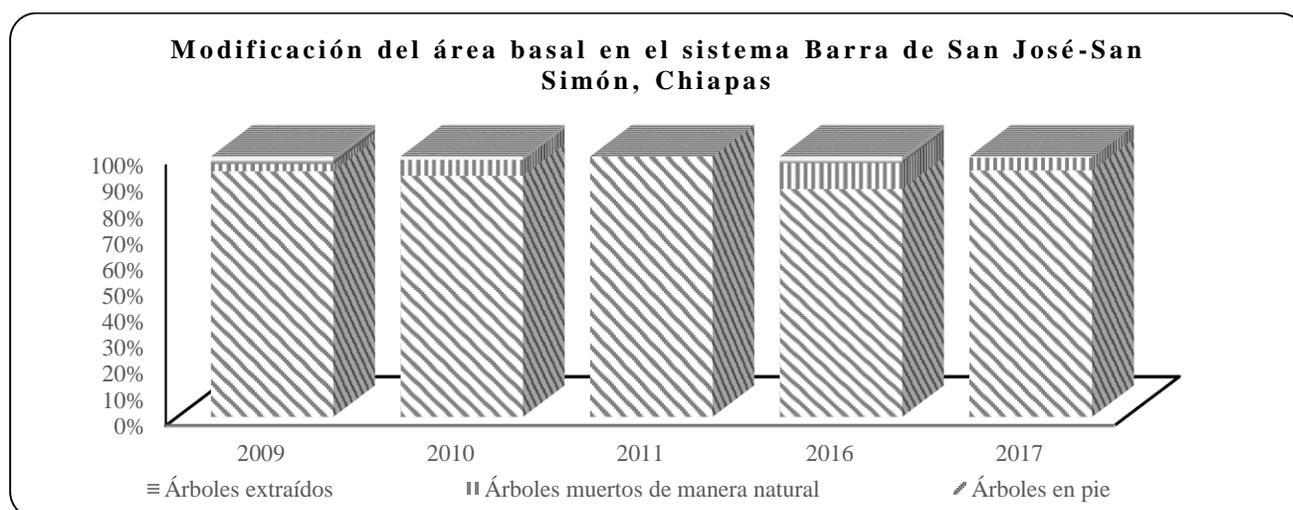
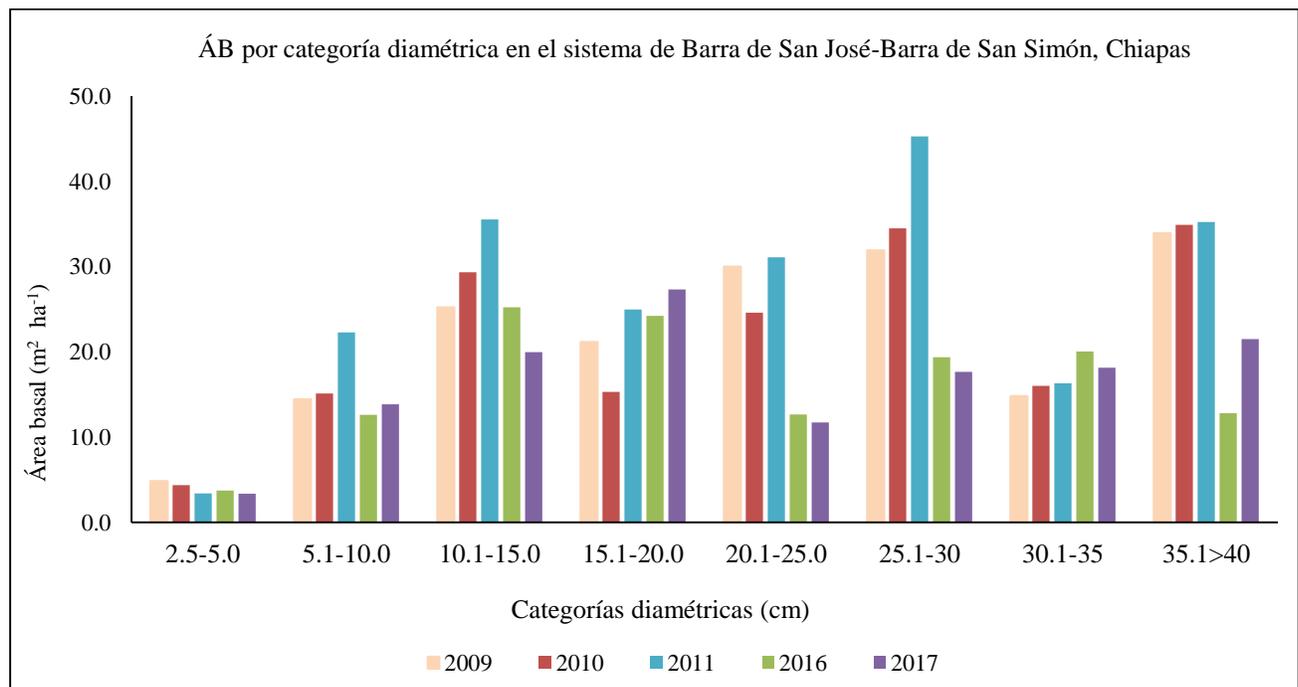


Gráfico 10. Modificación del área basal el sistema: Barra San José-Barra San Simón, Chiapas.

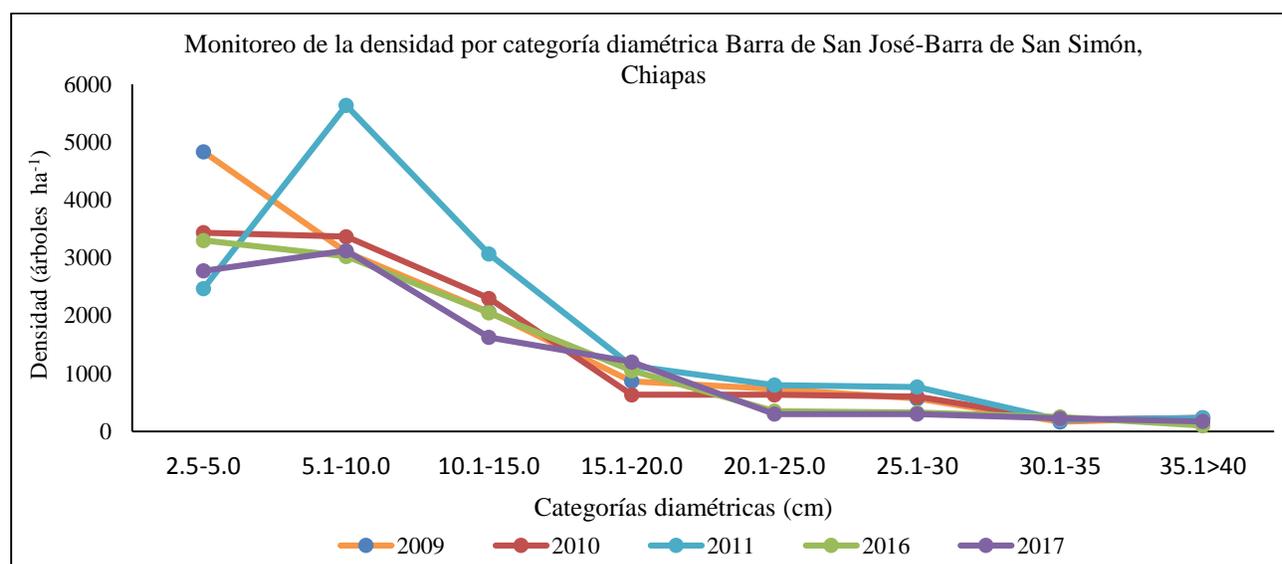
En el sistema de Barra de San José-San Simón la distribución del AB en cada una de las clases diamétricas representadas en estos bosques, mostro para los arboles más juveniles (2.5-5.0cm), una disminución constante de 2009-2017 (4.9 a 3.4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>); esto se debe a una elevada mortalidad o extracción sobre esta clase diamétrica; por el contrario, en la siguiente categoría diamétrica de 5.1 a 10 cm de DN, la disminución es mínima en el periodo en relación al año inicial (14.5 a 13.9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) lo que indica un buen grado de conservación del sistema y la protección del bosque durante este período de estudio. Por el contrario, en el arbolado de 15.1 a 20 cm, éste valor estructural aumenta en comparación con el año inicial de evaluación, al pasar de 21.2 a 27.3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> en 2017. En el resto de las clases diamétricas, además de registrar un incremento constante en el AB total, también se observó la misma tendencia de reducción del área basal a lo largo del periodo estudiado, perdiendo a lo largo de nueve años una reducción del 24.4%; excepción importante es el año de 2011, donde se registró un incremento del 21.4%. En todas las clases diamétricas de 5.1-35.1->40cm), con excepción de la clase (30.1-35cm) el año de 2011 es sobresaliente en los valores de AB total, con cuatro picos notables en el arbolado mayor. Es muy notable la contribución al AB total de todas las clases diamétricas, como en ningún sistema de manglar de la costa de Chiapas, esto puede ser indicativo de una baja extracción y mortalidad natural en todos los rodales de este sistema, (Gráfica 11, Tabla 14, Figura 12)



Gráfica 11. Área basal por categoría diamétrica en el sistema Barra San José-San Simón.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	4.9	14.5	25.2	21.2	30.0	31.9	14.8	33.9	176.4
2	2010	4.4	15.1	29.3	15.3	24.6	34.5	16.0	34.9	174.3
3	2011	3.4	22.3	35.6	25.0	31.1	45.3	16.3	35.2	214.2
4	2016	3.7	12.6	25.2	24.3	12.7	19.4	20.1	12.8	130.8
5	2017	3.4	13.9	20.0	27.3	11.7	17.6	18.2	21.5	133.5

La densidad genera un comportamiento similar al área basal, disminuyendo su valor en árboles con diámetros de 2.5 a 5cm de DN, con 4833 a 2775 árboles/ha<sup>-1</sup> entre 2009 y 2017, así mismo en árboles con diámetros de 15.1 a 20 cm de DN, la densidad del arbolado se incrementa en relación al año inicial con 867 árboles/ha<sup>-1</sup>, en 2009, para obtener en 2017 una densidad final de 1200 árboles/ha<sup>-1</sup>, (Gráfica 12, Tabla 15). Un análisis de la disminución de la densidad a lo largo del periodo de estudio indica una reducción del 22.6% del arbolado, valor menor en relación a los registros observado en los tres sistemas estudiados en los municipios de Tapachula y Suchiate.



Gráfica 12. Monitoreo de la densidad por categoría diamétrica en el sistema lagunar Cabildo-Amatal, Chiapas.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	4833	3100	2067	867	733	567	167	233	12566.7
2	2010	3433	3367	2300	633	633	600	200	233	11400.0
3	2011	2467	5633	3067	1133	800	767	200	233	14300.0
4	2016	3300	3025	2050	1050	350	325	250	100	10450.0
5	2017	2775	3125	1625	1200	300	300	225	175	9725.0

Un parámetro notable, por registrar incrementos en el periodo de estudio fue el diámetro del arbolado, pasando de 10.5 a 11.1cm, lo que indica un incremento en el diámetro del arbolado, durante el período de evaluación. La altura total promedio también incrementó el valor inicial de 14.7 m, finalizando con una altura de 18.1 m, esta tendencia es similar en la cobertura arbórea. Los incrementos en estos parámetros estructurales del arbolado responden a una tasa baja en la mortalidad natural y a una extracción de madera en los bosques reducida (7.6 y 2.4 m<sup>2</sup>/ha). Sin embargo, el Índice de Complejidad de Holdridge, presenta una disminución en este parámetro con un número inicial de 54, finalizando la evaluación con un valor de 38, registrando en 2011 el valor más alto con 91. Respecto a la calidad en la condición del arbolado también corresponden con el estado de conservación del arbolado, en 2009 44% del arbolado presentaba fustes rectos, 45% fustes torcidos y hasta 11% del arbolado presentaba fustes huecos, podridos o postrados; en 2017, se registraron cambios mínimos en la condición del arbolado con 42: 46:12. Esto indica un nivel de conservación del arbolado bastante aceptable, condición que justifica el papel de la Reserva La Encrucijada a lo largo de los últimos 22 años, desde su promulgación en 1996, Figura 12.



Figura 12. Existen áreas cercanas a la comunidad de Vadenia y Laguna El Cave donde los bosques están medianamente conservados.

Por el contrario, la regeneración natural en todos los bosques, registro una fuerte disminución, en relación al período inicial de evaluación al obtener en 2009 un valor de 126,400 plántulas/ha<sup>-1</sup>, finalizando con un valor de 88,400 plántulas/ha<sup>-1</sup>, es decir una reducción del 30.07% a lo largo del periodo; esta reducción si bien es considerable, puede ser consecuencia de cuatro años secos consecutivos de 2013-2016, los cuales tienen efectos muy drásticos en el arraigo de las plántulas en los bosques principalmente durante el estiaje, durante febrero a mayo, la salinidad en el suelo puede incrementarse por arriba de 45UPS; adicional a que el suelo en este periodo está seco. (Tabla 16).

**Tabla 16. Parámetros estructurales en el Sistema Barra de San José-Barra de San Simón, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2009	10.5	14.7	23.1	1256	54	126,400
2010	11.2	19.6	13.8	1140	60	123,500
2011	11.4	19.6	14.4	1430	91	277,200
2016	10.4	19.4	52.1	1045	42	49,600
2017	11.1	18.1	32.9	972	38	88,400

#### 4.1.4.3. Diagnóstico del manglar

Tomando en cuenta las condiciones estructurales estudiadas a lo largo del periodo de estudio, se puede afirmar que con excepción de algunas áreas donde la extracción de madera es mayor, como sucede en el área de Emiliano Zapata, Vadenia y Barra de San Simón en donde el avance del crecimiento de las comunidades se ha producido eliminando algunas áreas de mangle; en el resto del área el arbolado está sano y presenta condiciones estructurales poco perturbadas por la actividad humana, prueba de ello son los niveles de mortalidad natural acumulada en el arbolado senil y menos en las clases maduras a juveniles. Hacia el Este de Barra de San José, a lo largo del Estero del mismo nombre existen áreas donde el manglar presenta un gran desarrollo asociado a *P. aquatica* y gran cantidad del helecho *Acrostichium aureum*, como se observa en la figura 12.

Desde 2009 buena parte de los rodales de este sistema han presentado una baja a moderada extracción y mortalidad natural de madera afortunadamente, como lo demuestra el área basal y su distribución por categorías diamétricas; por el contrario, durante los años de 2016-2017 se ha observado gran caída de algunos árboles viejos y maduros debido al paso de los vientos principalmente durante los meses de junio y septiembre de 2016 y 2017. Toda la zona circundante del estero San José hacia el Noroeste-Sureste y Este en unas 2590 has está compuesta por un bosque maduro-senil tipo ribereño compacto de mangle *R. mangle* y *L. racemosa*, de 16-28m de altura. A lo largo de ocho años el área ha permanecido con una densidad inicial de 1256 a 972 árboles/has en la actualidad. En la parte Norte-Este y más próxima a la orilla de este estero existe una franja compacta de árboles de mangle *R. mangle* y *P. aquatica*; mientras que hacia la parte Oeste Del sistema da paso a una asociación de *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans*, estos últimos son arboles maduros de hasta 26m de altura, algunos de estos árboles fueron derribados por el viento en la parte centro y Oeste, creándose un gran claro, en el cual han aparecido una gran cantidad de plántulas y muchos árboles reclutas juveniles de *R. mangle* que se han agregado al arbolado. Actualmente estos nuevos reclutas presentan de 2.5 a 4.0 m de altura.

Dentro de los bosques la mayoría de árboles de *R. mangle* y *L. racemosa*, presentan un espaciamiento entre 6-8m de distancia. Durante todos los monitoreos debido a la entrada de luz hasta el suelo se ha observado una buena cantidad de plántulas de ambas especies arraigadas al suelo. Muchas de las plántulas registradas, son producto de la caída de propágulos de los árboles; así como del arrastre por parte de la marea desde el estero, gran parte de ellos se arraigan a finales de la época de lluvias en octubre-noviembre, generando nuevas plántulas; muchas de las cuales mueren durante el estiaje en febrero-mayo y con la llegada de las lluvias en mayo-junio.

El suelo todo el tiempo está inundado, incluso en la época de secas (5-8cm); mientras que en lluvias la inundación se eleva hasta 30cm. El suelo está constituido por una capa de materia orgánica formada por gran cantidad de hojarasca y restos de madera y palizada de 20-35 cm de espesor sobre una base de limo y arena fina de hasta 90cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 24-32 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<16 UPS).

Es probable que estos rodales se mantengan bajo estas condiciones en los siguientes años debido a la lejanía de las comunidades y a lo aislado del sitio; aunque en los últimos dos años durante los días previos a la Semana Santa, en la parte SE de la parcela a unos 100m se han extraído algunos de los mejores árboles de *R. mangle* de hasta 25-30m, aserrándolos para hacer tablonces y tablas. La humedad y temperatura bajo el arbolado en junio de 2018 fue de aproximadamente 89% y menor a 27°C, lo que demuestra la estabilidad ambiental de estos rodales.

#### **4.1.5. Sistemas lagunares Teculapa, La Palma-Paixtalón, Estero el Hueyate y Cerritos Panzacola**

##### **4.1.5.1. Monitoreo del bosque de manglar**

En los bosques de manglar de los sistemas lagunares: Teculapa, La Palma-Paixtalón, Estero el Hueyate y Cerritos Panzacola, ubicados dentro de la zona núcleo de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas, fueron estudiadas 24 PMP en cinco períodos de monitoreo, de 2009 a 2017. Es un área de bosques muy grande >20,000 hectáreas de mangle en buen estado de conservación (figura 13, 14 y 15), es en el área de entrada de los ríos, donde el arbolado está mejor desarrollado de toda la reserva, adicionalmente se registra otra especie de mangle: *R. harrisoni*.



Figura 13. La mayoría de los bosques de mangle de la zona núcleo de la Encrucijada presentan un buen estado de conservación.

La evaluación de la estructura del manglar comprende: cuatro PMP en el Estero el Hueyate, cinco en el Sistema Cerritos-Panzacola, cinco sobre el canal hacia la comunidad de “Las Garzas” y 10 en los Sistemas de Teculapa, La Palma-Paixtalón, (Cuadro 9). En el área del Estero El Hueyate, todos los bosques estudiados son tipo ribereño dominados por bosques monoespecíficos, dominantes y mixtos, siendo *R. mangle* la especie ampliamente dominante. En la zona del embarcadero Las Garzas, existen bosques ribereños, de borde y cuenca, siendo *R. mangle* y *A. germinans* las especies más importantes. En el sistema Cerritos-Panzacola los manglares todos son de tipo ribereño con dominancia de *R. mangle*, en casi todos los sitios aparece como especies asociada *P. aquatica*, principalmente en los sitios donde existen desembocadura de ríos y arroyos; incluso en varios sitios se registró la presencia de algunos ejemplares de palma africana y coco dentro de áreas de manglar donde la salinidad en el suelo es baja. Finalmente, en la zona de los sistemas de Teculapa, La Palma-Paixtalón, existen los tres tipos de bosques: ribereños y borde, dominando *R. mangle* sobre *A. germinans* y *L. racemosa* (Cuadro 9). En las áreas de mayor permanencia de agua dulce durante el año, existen comunidades con grandes parches de vegetación terrestre asociadas, como *P. aquática*, *Annona glabra* y algunas palmas como *Sabal mexicano*, incluso exóticas como la palma africana, la cual se ha establecido en algunas desembocaduras de ríos (Figura 14).



Figura 14. En el Estero El Hueyate existe una gradación de comunidades vegetales, desde manglares hasta, palmares, tulares y popales.

**Cuadro 9. Parcelas de Monitoreo Permanente en los sistemas de Teculapa, La Palma-Paixtalon, Estero el Hueyate y Cerritos-Panzacola, Chiapas**

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
ACAPETAHUA	ESTERO EL HUEYATE	RIBEREÑO	038PMPCHHU	MONOESPECIFICO	Rm	38	5	MONITOREO PERMANENTE
			037PMPCHHU	DOMINANTE	Rm/Lr	37	5	
			039PMPCHHU			39	5	
			036PMPCHHU	MIXTO	Rm/Pa	36	5	
	EMBARCADERO LAS GARZAS	RIBEREÑO	026PMPCHPA	DOMINANTE	Rm/Lr	26	4	MONITOREO CON SUSPENSION
		BORDE	027PMPCHPA	MONOESPECIFICO	Rm	27	5	MONITOREO PERMANENTE
			029PMPCHPA			29	5	
			028PMPCHPA	DOMINANTE	Rm/Lr	28	5	
	CUENCA	022PMPCHPA	Ag/Rm		22	5		
	VILLA COMALTITLAN ACAPETAHUA VILLA COMALTITLAN	CERRITOS-PANZACOLA	RIBEREÑO	032PMPCHPZ	MONOESPECIFICO	Rm	47 (1)	5
042PMPCHPZ				DOMINANTE	Rm/Pa	42	4	MONITOREO CON SUSPENSION
033PMPCHPZ						-	4	
034PMPCHPZ				Rm/Lr	34	5	MONITOREO PERMANENTE	
ACAPETAHUA	LA PALMA	BORDE	36-1PMPCHPZ	MIXTO	Rm/Lr/Pa	33	3	MONITOREO CON SUSPENSION
			048PMPCHPA	MONOESPECIFICO	Rm	48	4	MONITOREO PERMANENTE
			041PMPCHPA			41	5	
			040PMPCHPA			40	5	
			030PMPCHPA			30	5	
			046PMPCHPA	DOMINANTE	Ag/Rm	46	5	
			044PMPCHPA		Rm/Lr	44	5	
			031PMPCHPA		31	5		
		045PMPCHPA	MIXTO	Ag/Rm/Lr	45	5		
		CUENCA	043PMPCHPA	MONOESPECIFICO	Ag	43	5	
			025PMPCHPA	DOMINANTE	Rm/Ag/Lr	25	5	

No se detectaron en un área de influencia de 50 metros de cada PMP evaluada otros usos de suelo distintos a zonas de manglar y cuerpos de agua, a excepción de las PMP (022PMPCHPA) y (045PMPCHPA), las cuales se ubican cercanas a las comunidades del Embarcadero de Las Garzas y La Palma, incluso en 36-1PMPCHPZ, este sitio está muy cercano a un área de tarquinas o depósitos de dragados, situación que generó una disminución fuerte en el arbolado, registrado hasta el año 2017, un proceso de regeneración, lo que hizo posible un tercer monitoreo.

**Cuadro 10. Usos de suelo y vegetación en un área de 50m alrededor de cada PMP: ausencia (0) y uso del suelo (1)**

PMP	Asociación	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
038PMPCHHU	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
037PMPCHHU		0	0	0	0	1	0	0	1	0
039PMPCHHU	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	1	0
036PMPCHHU	Rm/Pa	0	0	0	0	1	0	0	1	0
026PMPCHPA	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	0	0
027PMPCHPA		0	0	0	0	1	0	0	0	0
029PMPCHPA	Rm	0	0	0	0	1	0	0	0	0
028PMPCHPA	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	0	0
022PMPCHPA	Ag/Rm	1	0	0	0	1	1	0	0	0
032PMPCHPZ	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
042PMPCHPZ		0	0	0	0	1	0	0	1	0
033PMPCHPZ	Rm/Pa	0	0	0	0	1	0	0	1	0
034PMPCHPZ	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	1	0
36-1PMPCHPZ	Rm/Lr/Pa	0	0	0	0	1	0	0	1	0
048PMPCHPA		0	0	0	0	1	0	0	0	0
041PMPCHPA		0	0	0	0	1	0	0	1	0
040PMPCHPA	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
030PMPCHPA		0	0	0	0	1	0	0	0	0
046PMPCHPZ	Ag/Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
044PMPCHPA		0	0	0	0	1	0	0	0	0
031PMPCHPA	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	1	0
045PMPCHPA	Ag/Rm/Lr	1	0	0	0	1	0	0	0	0
043PMPCHPA	Ag	1	0	0	0	1	0	0	0	0
025PMPCHPA	Rm/Ag/Lr	0	0	0	0	1	0	0	0	0

#### 4.1.5.2 Estructura y composición

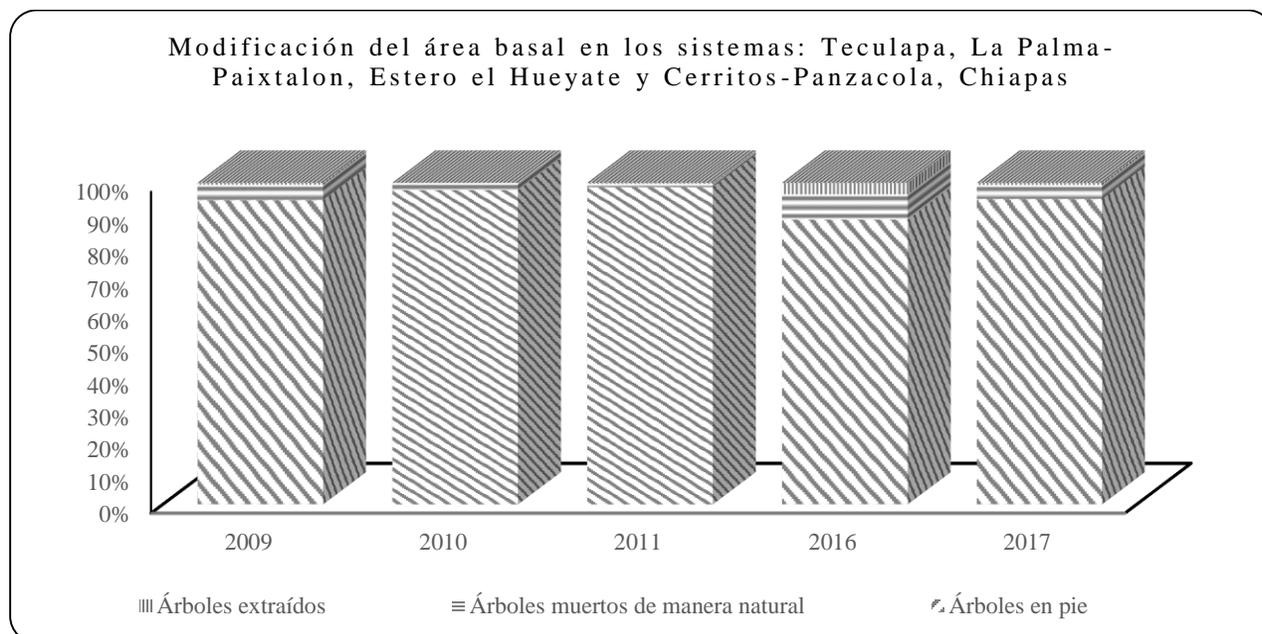
El área basal del arbolado en pie registró en 2009 un valor de  $906.8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , valor que representa el 95% del AB total estudiada, en los siguientes monitoreos la medición registra una disminución paulatina, registrando un valor final de  $718.2 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  en 2017. El AB de los árboles muertos de forma natural registró un valor inicial de  $45.3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  en 2009, en los años de 2010 y 2011 se reduce fuertemente este parámetro dasométrico en los bosques de este sistema; por el contrario, el año de 2016 fue el de mayor mortalidad natural con  $62 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , seguido del 2017 con  $30.9 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . En relación a la extracción forestal, el 2016 observó una extracción con  $28.5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , en el resto de los monitoreos la extracción promedio de madera fue baja (3.2%), destacando el año 2010 donde la extracción fue mínima ( $0.3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), (Tabla 17, gráfico 13, Figura 15).



Figura 15. En estos bosques el área basal del arbolado es alta, la mortalidad natural baja y la extracción mínima.

**Tabla 17. Área basal en los sistemas: Teculapa, La Palma-Paixtalon, Estero el Hueyate y Cerritos-Panzacola, Chiapas**

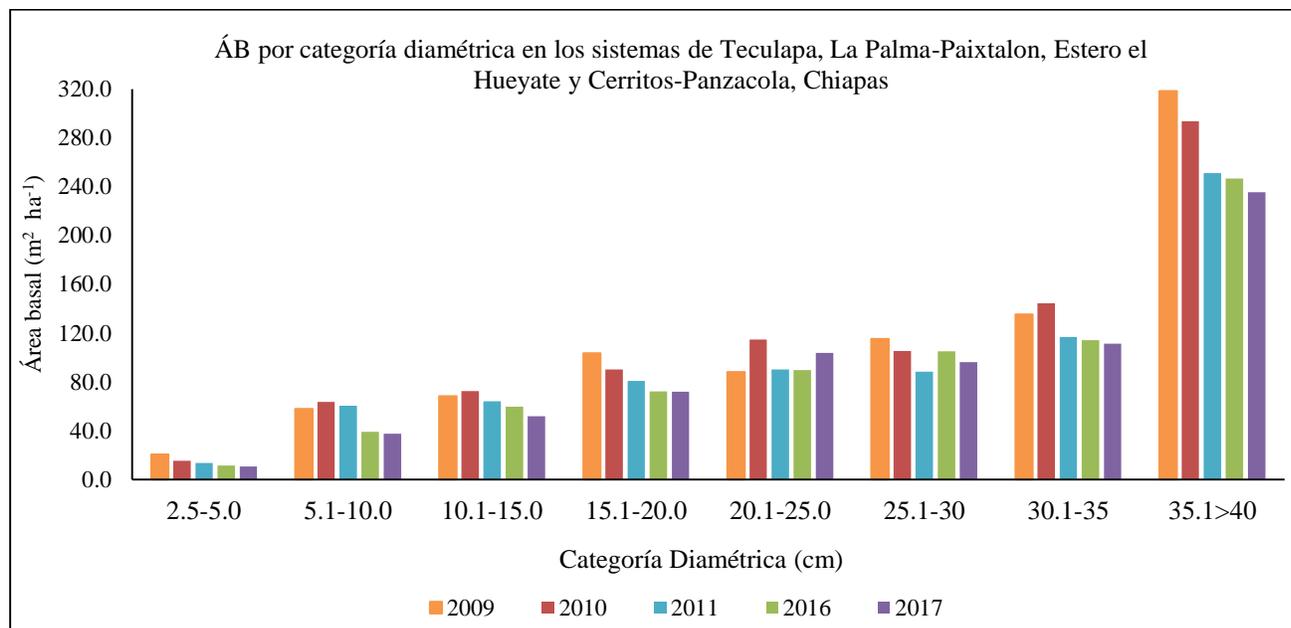
Monitoreo	Año	Área basal árboles vivos ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )	Área basal mortalidad natural ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )	Árboles extraídos ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )	Área Basal Total ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )
1	2009	906.8	45.3	5.6	957.8
2	2010	899.5	19.6	0.3	878.5
3	2011	764.5	7.4	2.1	735.2
4	2016	737.6	62	28.5	798.7
5	2017	718.2	30.9	4.8	715.7



**Gráfico 13. Modificación del área basal en los sistemas de: Teculapa, La Palma-Paixtalon, Estero el Hueyate y Cerritos-Panzacola, Chiapas.**

Tomando en cuenta la distribución de clases diamétricas en el arbolado del sistema, se puede afirmar que esta zona es la que presenta la mayor uniformidad en el incremento del AB entre cada una de las clases diamétricas, destacando las últimas clases la cual duplica por mucho a la clase anterior. Por otro lado, en todas las clases se observa una disminución del área basal total a lo largo del estudio, aunque esta disminución solo fue de un 20.8%. Por ejemplo, en aquellos árboles más juveniles con un diámetro de 2.5 a 5.0 cm, en 2009, una gran cantidad de árboles juveniles solo aportan  $20.6 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ , en los siguientes años existe una reducción en su biomasa (50%), finalizando en 2017 con un valor de  $10.5 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ , esta situación es similar en las categorías siguientes (5.1-20.0), destacando el arbolado con diámetros de 20 a 25 cm, donde por el contrario, se observa un incremento del área basal, con un valor inicial de  $88.1 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$  en 2009 a  $103.7 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ , en 2017.

En el arbolado maduro con diámetros mayores a 30cm, el área basal registra de igual manera una disminución en su valor, con respecto al año inicial de monitoreo. Es notable el aporte del AB total del arbolado más viejo (35.1>40cm), con más del 50% (Gráfica 14, Tabla 18, Figura 14 y 15).

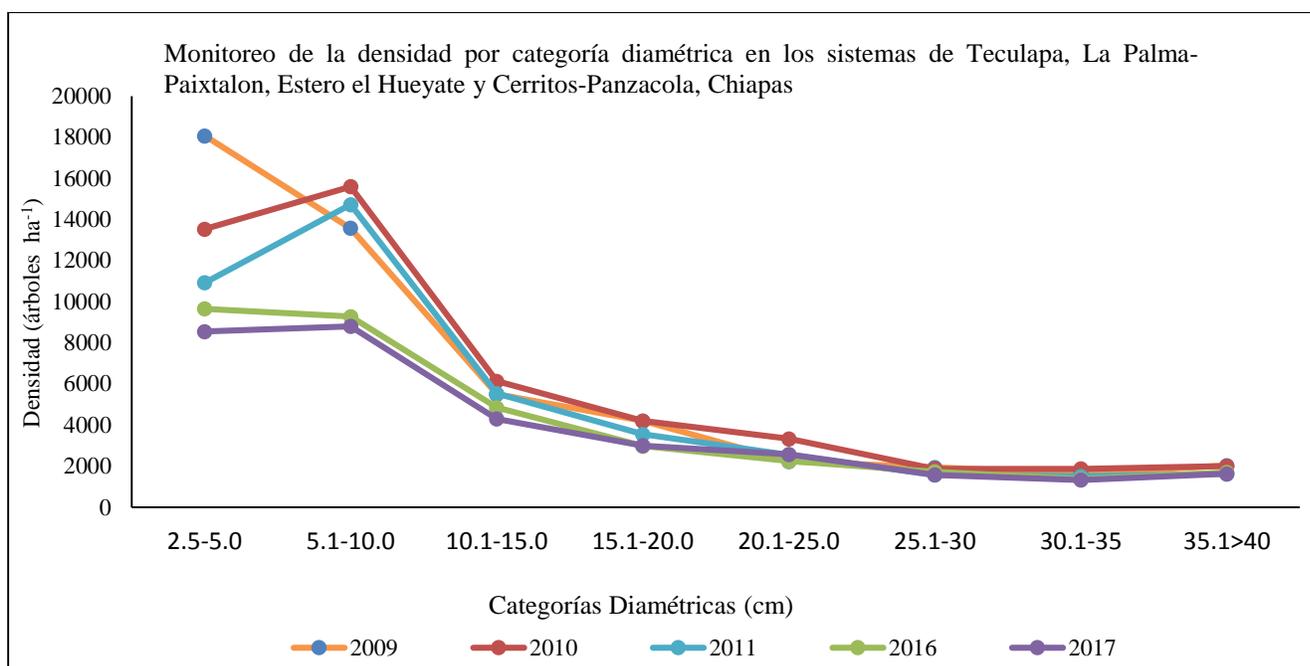


Gráfica 14. Área basal por clases diamétricas en Teculapa, La Palma-Paixtalon, Estero el Hueyate y Cerritos-Panzacola, Chiapas.

**Tabla 18. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en los sistemas: Teculapa, La Palma-Paixtalon, Estero el Hueyate y Cerritos-Panzacola, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	20.6	57.8	68.2	103.4	88.1	115.2	135.3	318.4	906.8
2	2010	15.3	63.7	72.3	90.1	114.7	105.4	144.4	293.7	899.5
3	2011	13.4	60.3	64.1	80.6	90.1	88.2	116.8	251.0	764.5
4	2016	11.4	38.9	59.7	72.0	89.6	105.1	114.1	246.7	737.6
5	2017	10.5	37.4	51.8	71.8	103.7	96.2	111.3	235.5	738.2

La densidad del arbolado registra en las primeras categorías diamétricas (2.5 a 15 cm), un mayor número de individuos, en relación a categorías mayores a 15 cm, a su vez en estas categorías diamétricas se registra una disminución del número de individuos, con respecto al año inicial de monitoreo en 2009 al 2017, únicamente en la categoría diamétrica de 20 a 25 cm de diámetro se registra un incremento de la densidad de individuos, de 2233 árboles/ha<sup>-1</sup> a 2575 árboles/ha<sup>-1</sup>, en 2017, (Gráfica 15, Tabla 19).



Gráfica 15. Monitoreo de la densidad del arbolado por clases diamétricas en Teculapa, La Palma-Paixtalon, Estero el Hueyate y Cerritos-Panzacola, Chiapas.

**Tabla 19. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en los sistemas: Teculapa, La Palma-Paixtalon, Estero el Hueyate y Cerritos-Panzacola, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	18067	13567	5500	4200	2233	1933	1633	2033	49166.7
2	2010	13533	15600	6133	4200	3333	1867	1867	2000	48533.3
3	2011	10925	14725	5525	3550	2550	1575	1500	1625	41975.0
4	2016	9650	9275	4850	2975	2250	1725	1375	1700	36800.0
5	2017	8550	8800	4300	3000	2575	1575	1325	1625	35750.0

La evaluación del diámetro promedio del arbolado registra en 2009, un promedio de 13.5 cm, incrementando el valor a 18.2 cm en 2017; en la altura total del arbolado se presenta la misma condición, se registra un valor de 21.1 m, con un incremento en 2016 a 23.0 m, y una disminución a 20.8 m, en el último periodo de evaluación; en relación a la cobertura arbórea se registra un incremento de 25.3 m<sup>2</sup> en 2009 a 33.1 m<sup>2</sup>, en 2017. La densidad de arbolado registra una disminución en el valor con 4,916 árboles ha<sup>-1</sup> en 2009 a 3,175 árboles ha<sup>-1</sup>, en 2017.

El Índice de Complejidad registra también una disminución de su valor, al tener en 2009 un ICH de 36, siendo un menor valor en 2017 con 22. Finalmente se registra en la regeneración natural un valor de 194, 435 plántulas/ha<sup>-1</sup>, registrando en 2011 238,000 plántulas/ha<sup>-1</sup>, finalizando la evaluación con un valor de 128, 286 árboles/ha<sup>-1</sup>, (Tabla 20).

**Tabla 20. Parámetros estructurales Cerritos-Panzacola, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2009	13.5	21.1	25.3	4916	36	194,435
2010	14.6	22.6	20.3	4853	39	110,261
2011	13.8	21.9	20.5	4197	46	238,000
2016	14.1	23.0	40.6	3380	28	74,273
2017	18.2	20.8	33.1	3175	22	128,286

#### 4.1.5.3. Diagnóstico del manglar

Esta zona comprende en su totalidad la primera zona núcleo de la reserva de Biosfera La Encrucijada, en esta área los bosques de mangle presentan la mayor exuberancia de toda la costa de Chiapas y de México, están ampliamente dominados por *R. mangle*, principalmente en las zonas de desembocadura de los ríos, donde la permanencia de agua dulce puede ser casi permanente a lo largo del año, como sucede en Estero El Hueyate, Laguna de Panzacola, Laguna de Cerritos, Tlacuachero, Río Vado Ancho. No existe otra área que haya presentado los parámetros dasométricos tan uniformes en incremento, así podemos decir que esta zona está constituida por arbolado maduro; donde las dos clases diamétricas iniciales presentan hasta un 57.4% de todo el arbolado. Existe un gran macizo de bosques entre Estero El Hueyate y las lagunas de Panzacola, Cerritos y Teculapa, el cual alberga la mayor reserva de esta vegetación. Desafortunadamente, esta área como otras zonas de la reserva están fuertemente presionadas por una gran cantidad de actividades humanas proveniente del exterior de la reserva, como la enorme cantidad de plantaciones de palma africana, caña de azúcar, banano y mango, adicional al avance de las áreas ganaderas, la sobrepesca y el uso de artes de pesca prohibidos. Mención aparte merecen la rectificación de los ríos, obras realizadas posterior al paso del huracán “Stan” en octubre de 2005, obras que favorecieron el azolvamiento de las lagunas costeras en detrimento de la pesquería, en especial Laguna de Cerritos, Laguna de Teculapa, (Figura 16).

El sistema ya presenta algunos impactos fuertes al interior de los sistemas lagunares, como consecuencia del azolvamiento y las obras de dragado que se han realizado en los últimos 16 años, muchas de las zonas de depósitos de sedimentos afectaron importantes áreas de manglares en el área de laguna de Panzacola (53.4 has), Cerritos (26.5 has), Teculapa (11.4 has) y Tlacuachero (25.6 has), para un total de pérdidas de vegetación de tulares, popales y manglar por actividades de dragados de 116.9 has, en el caso de la vegetación de mangle se han eliminado áreas de bosques maduros muy bien conservadas, como sucedió en el área de Laguna de Panzacola y Cerritos. De seguir así en los próximos años, la zona empezará a cambiar drásticamente, desapareciendo el arbolado mayor siendo sustituida por comunidades menores, constituidas por *L. racemosa* y *A. germinans*.

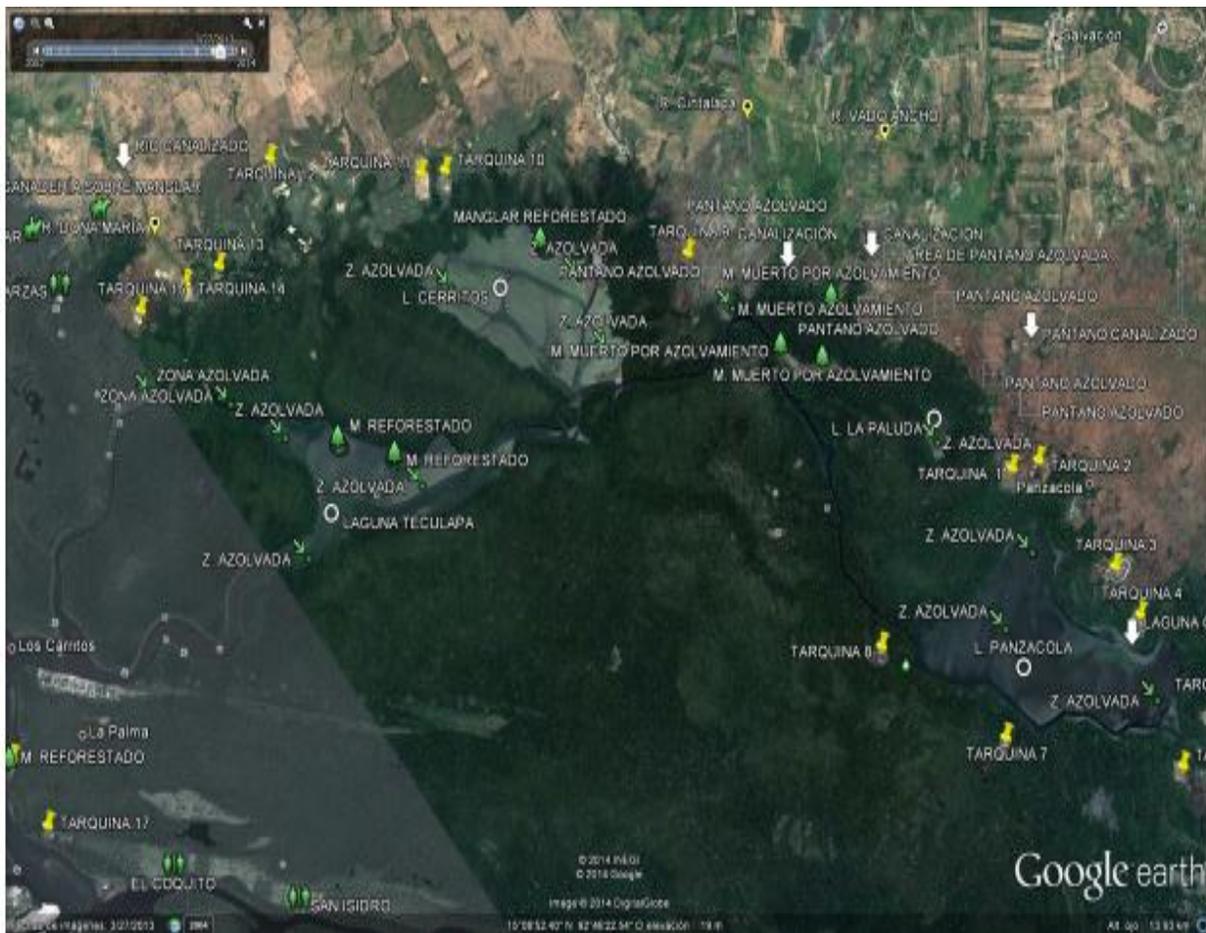


Figura 16. Todos los sistemas lagunares de La Encrucijada están asolvados producto de la canalización de los ríos, existe un gran número de depósitos de dragados.

#### 4.1.6. Sistemas lagunares Castaño, Barra de Zacapulco, Compón, Chantuto, Chiapas

##### 4.1.6.1 Monitoreo del bosque de manglar



Figura 17. Bosque monoespecífico y maduro de *R. mangle* en la comunidad de El Catrín, municipio de Mapastepec, Chiapas.

Esta área comprende el área NW de la zona núcleo de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada aquí el estudio se realizó con el establecimiento de 14 PMP, durante el periodo: 2009 - 2017. El estudio comprende siete localidades distribuidas en los municipios de Acapetahua y Mapastepec. Existen dos PMP con manglares de tipo ribereño, en el que domina *R. mangle* y 12 PMP de tipo borde, con bosques monoespecíficos, con *R. mangle*, como especie dominante sobre *L. racemosa* y *A. germinans*, a su vez también se registra dominancia de *A. germinans* sobre *R. mangle* y *L. racemosa*, y en 2 PMP se tiene presencia de *C. erectus*, finalmente se registran bosques mixtos con asociación de *R. mangle*, *L. racemosa*, y *A. germinans*, (Cuadro 11) (Figura 17).

**Cuadro 11. Parcelas de monitoreo Permanente en los sistemas : Teculapa, La Palma-Paixtalon, Estero el Hueyate y Cerritos-Panzacola, Chiapas**

Municipio	Localidad	IDPMP	Tipo	Fisonomía	Asociación	ID_Conabio	Monitoreos realizados	
ACAPETAHUA	LOS LIMONCITOS	024PMPCHLI	RIBERENO	MONOESPECIFICO	Rm	24	5	
	LAS LUPES	023PMPCHLI	BORDE	DOMINANTE	Ag/Rm	23	5	
	BARRA DE ZACAPULCO	035PMPCHPA			Ag/Rm/Lr	44(2)	5	
	SANTA ISABEL	047PMPCHZA			Rm/Ag	47	5	
	EL HERRADO	054PMPCHZA			Rm/Lr/Ag	54	5	
	EL CATRIN	050PMPCHCH			Lr/Rm/Ag	50	4	
		049PMPCHZA		MONOESPECIFICO	Rm	49	5	
	053PMPCHCA	Rm			53	5		
MAPASTEPEC	SANTA ISABEL	051PMPCHCH	BORDE	DOMINANTE	Ag/Ce	51	5	
		052PMPCHCH			Ce/Lr	52	4	
	EL CASTAÑO		057PMPCHCA	RIBERENO	DOMINANTE	Rm/Lr	57	5
			055PMPCHCA	BORDE	MIXTO	Lr/Rm/Ag	55	5
			056PMPCHCA			Lr/Rm/Ag	56	5
	058PMPCHCA	Rm/Lr/Ag	56(2)			5		

En un área de influencia de 50 metros de cada PMP evaluada predominan áreas de manglar y cuerpos de agua, únicamente en cuatro PMP se registra la cercanía a comunidades, así como la presencia de vegetación secundaria, (Cuadro 12), en estas PMP, se registra la presencia de *C. erectus*, para identificar si existe un impacto de la comunidad sobre esta especie.

**Cuadro 12. Usos de suelo y vegetación en un área de 50m alrededor de cada PMP: ausencia (0) y uso del suelo (1)**

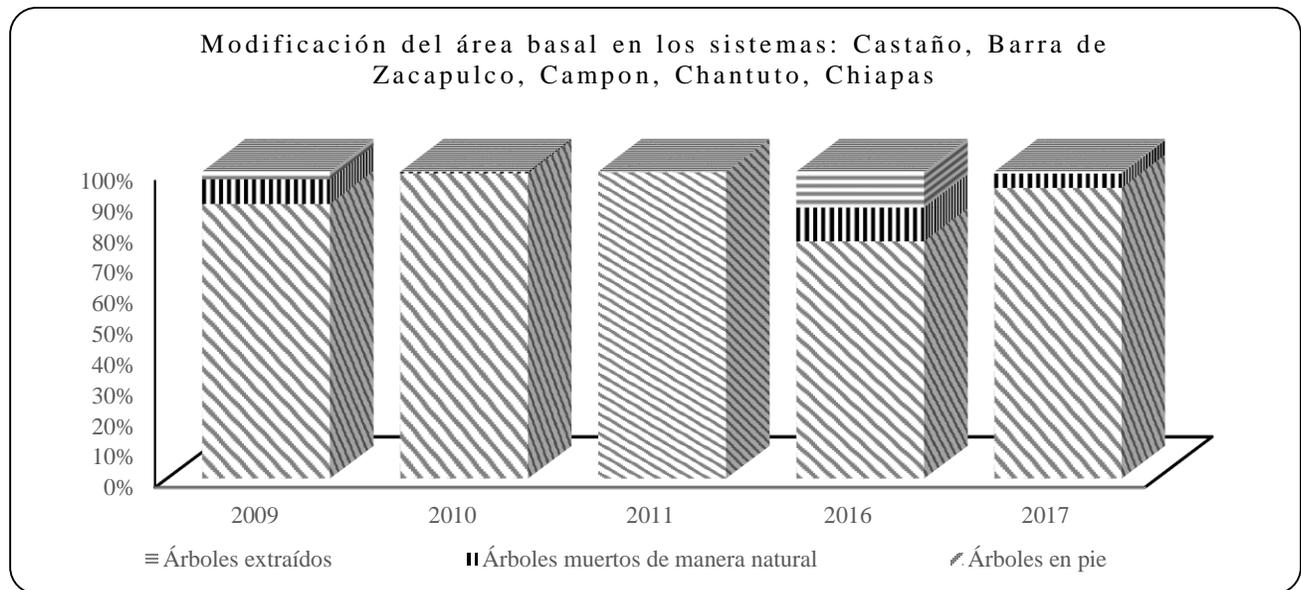
PMP	Asociación	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
024PMPCHLI	Rm	0	0	0	0	1	0	0	0	0
023PMPCHLI	Ag/Rm	0	0	0	0	1	0	2	0	0
035PMPCHPA	Ag/Rm/Lr	1	0	0	0	1	1	0	0	0
047PMPCHZA	Rm/Ag	1	0	0	0	1	1	0	1	0
054PMPCHZA	Rm/Lr/Ag	1	0	0	0	1	1	0	1	0
050PMPCHCH	Lr/Rm/Ag	0	0	0	0	1	0	1	0	0
049PMPCHZA	Rm	0	0	0	0	1	0	0	0	0
053PMPCHCA	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
051PMPCHCH	Ag/Ce	1	0	1	0	1	1	0	0	0
052PMPCHCH	Ce/Lr	1	0	0	0	1	1	0	0	0
057PMPCHCA	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	1	0
055PMPCHCA	Lr/Rm/Ag	1	1	0	0	1	1	0	0	0
056PMPCHCA	Lr/Rm/Ag	0	0	0	0	1	0	0	1	0
058PMPCHCA	Rm/Lr/Ag	0	0	1	0	1	0	0	0	0

#### 4.1.6.2. Estructura y composición

El área basal en 2009 presentó un valor de 475 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, el cual para ese año representaba el 90% del área total evaluada, en donde 8% corresponde al área basal del arbolado muerto y un 2% al área basal de los árboles extraídos; en 2010 y 2011 se registró un incremento de este parámetro, sin embargo, en el último período de evaluación el valor en 2017 finalizando con 395.7 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; en el 2016, el área basal de los árboles muertos y extraídos se incrementó de manera extraordinaria en un 11% y 12% (59 y 61.9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) respectivamente., (Tabla 21, Gráfico 16).

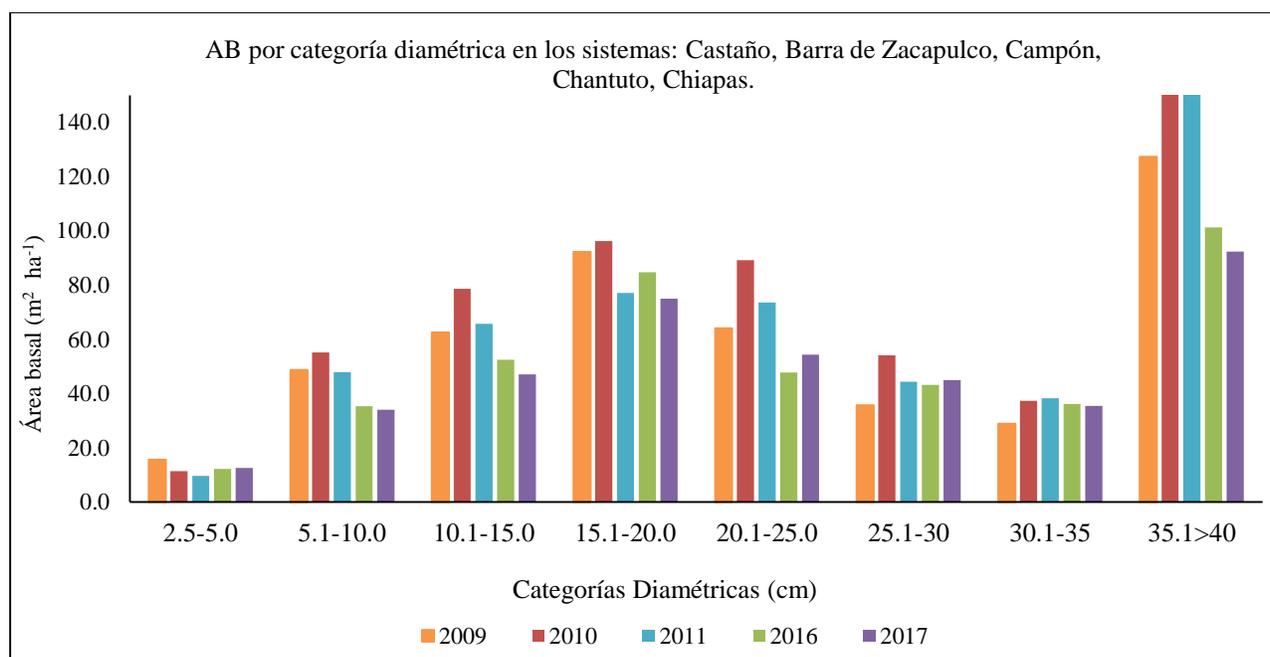
**Tabla 21. Área basal en los sistemas: Castaño, Barra de Zacapulco, Campón, Chantuto, Chiapas**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2009	475.0	42.4	13.1	530.6
2	2010	589.7	2.6	0.2	592.4
3	2011	506.7	0.05	0.4	507.2
4	2016	413.2	59	61.9	533.6
5	2017	395.7	19.5	2.4	417.6



Gráfica 16. Área basal en los sistemas: Castaño, Barra de Zacapulco, Campón y Chantuto, municipio de Acapetahua y Mapastepec, Chiapas.

En los sistemas de manglares se registró en la categoría diamétrica inicial de 2.5 a 5.0cm, aun cuando presente un gran número de individuos su contribución al área basal total es menor que el resto de las categorías diamétricas. En el resto de las categorías en el año de 2009 el área basal siempre fue menor al valor de este parámetro en 2010, en este año se registró el valor más elevado de todos con (589.7 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), en los siguientes monitoreos en todas las clases diamétricas se cuantificó una disminución del área basal, con respecto al año de 2017. Es el arbolado maduro a senil con diámetros mayores a 35 cm el que más contribuye al área basal total del arbolado en estos bosques, (Gráfica 17, Tabla 22).

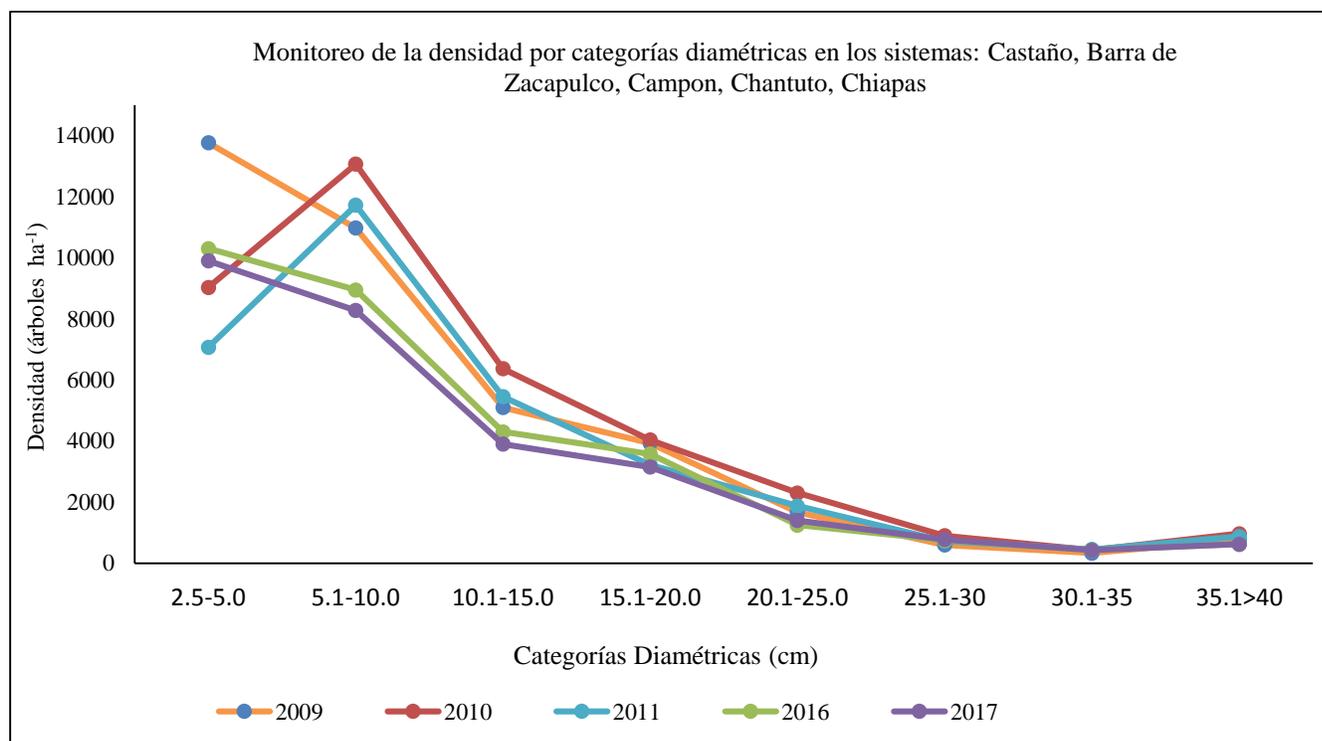


Gráfica 17. Área basal por categoría diamétrica en El Castaño, Barra de Zacapulco, Campón, Chantuto, Chiapas.

Tabla 22. Área basal (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) del arbolado en pie por categoría diamétrica en los sistemas: Castaño, Barra Zacapulco, Campón, Chantuto, Chiapas

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	<b>15.6</b>	48.7	62.5	92.3	64.1	35.7	28.8	127.3	475.0
2	2010	<b>11.4</b>	55.2	78.6	96.2	89.2	54.1	37.4	167.6	589.7
3	2011	<b>9.7</b>	47.9	65.7	77.1	73.6	44.3	38.3	150.2	506.7
4	2016	<b>12.2</b>	35.3	52.5	84.8	47.8	43.2	36.1	101.3	413.2
5	2017	<b>12.6</b>	34.0	47.1	75.0	54.4	45.0	35.4	92.3	395.7

Los valores obtenidos para la densidad del arbolado, registró un comportamiento similar al área basal, disminuyendo el valor en las categorías diamétricas anteriormente mencionadas, con una disminución de la densidad en la fase inicial de crecimiento con árboles en los diámetros de 2.5 a 5 cm, al contabilizar en 2009 una densidad de 13,767 árboles/ha<sup>-1</sup>, y registrar en 2017 una densidad de 9,900 árboles/ha<sup>-1</sup>, es en las categorías de arbolado maduro con árboles de 25 a 30 cm de diámetro, en donde se incrementa el valor con una densidad de 600 árboles/ha<sup>-1</sup> en 2009, a una densidad de 775 árboles/ha, este incremento se registra también en arboles con diámetros de 30 a 35 cm. Como sucede en la mayoría de los bosques, las clases diamétricas mayores, el número de árboles seniles tiende a incrementarse debido a que nuevos individuos se van incorporando y por otro lado estos árboles difícilmente son utilizados por los leñadores debido al grosor, a que muchos están deformes o chuecos o bien están plagados o podridos. En general se observa en cada uno de los períodos de evaluación que existe una disminución en la densidad del arbolado en estos rodales, (Gráfica 18, Tabla 23 y Figura 18).



Gráfica 18. Monitoreo de la densidad del arbolado en los sistemas: Castaño, Barra de Zacapulco, Campón, Chantuto, Chiapas

**Tabla 23. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en los sistemas: Castaño, Barra Zacapulco, Campón, Chantuto, Chiapas.**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	13767	10967	5100	3933	1667	600	333	767	37133.3
2	2010	9033	13067	6367	4033	2300	900	433	967	37100.0
3	2011	7075	11725	5450	3225	1875	725	450	875	31400.0
4	2016	10300	8950	4300	3575	1250	750	425	625	30175.0
5	2017	9900	8275	3900	3150	1400	775	427	625	28450.0

En la evaluación del diámetro del arbolado en 2009, se registró un diámetro promedio de 10.1 cm, incrementándose notablemente en los monitoreos de 2010 y 2011, finalizando 2016 y 2017 con valores muy semejantes (10.4 y 10.5 cm), por otro lado, la evaluación de la altura total del arbolado se cuantificó en 2009 una altura total promedio de 20.5 m; mientras que en 2010 y 2011 registró un valor semejante (21.3 m) disminuyendo a 18.2 m, en 2017, por el contrario en la cobertura arbórea se registró un incremento en la cobertura a lo largo del estudio, incluso con altibajos muy fuertes en 2010 y 2011. Iniciando con 22.4 m<sup>2</sup>, y registrando en los últimos dos años valores promedio notables (30.4 y 27.3 m<sup>2</sup>). En la densidad del arbolado se observa una disminución de su valor, registrando en 2009 y 2010, un valor promedio similar con 37, 133 árboles/ha<sup>-1</sup>, y 37, 100 árboles/ha<sup>-1</sup>, sin embargo, a partir del 2011, se observa una disminución continua en los siguientes tres años, finalizando la evaluación con una densidad promedio de 28, 450 árboles/ha<sup>-1</sup>.

En el caso de la regeneración natural existe una mayor presencia de plántulas en los años 2009 (con un promedio de 107, 692 plántulas/ha<sup>-1</sup>) y 2011 (promedio de 156,250 plántulas/ha<sup>-1</sup>), éste último el mayor valor en el monitoreo, registrando en el año de 2017 al final del estudio un promedio de 138, 909 plántulas/ha<sup>-1</sup>. Para el Índice de Complejidad de Holdridge, se registró una ligera disminución respecto al año inicial (2009), con un promedio de 57 en relación al año final (2017), el cual registra un valor promedio de 60, y es en el año 2011 donde se incrementa el valor con 100, esto suele suceder como consecuencia del incremento del número de especies de mangle en esta área donde existen sitios de estudio con presencia de *R. harrisonii* (Tabla 24).

**Tabla 24. Parámetros estructurales en los sistemas: Castaño, Barra de Zacapulco, Campón, Chantuto, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2009	10.1	20.5	22.4	37133	57	107,692
2010	11.7	21.2	16.1	37100	73	86,400
2011	11.5	21.3	15.9	31400	100	156,250
2016	10.4	20.3	30.4	30175	72	78,714
2017	10.5	18.2	27.3	28450	60	138,909

Es importante señalar que en esta zona de la Reserva de la Biosfera la Encrucijada, se han realizado obras de dragado, y la superficie de las áreas agrícolas-pecuarias se ha incrementado, generando la disminución de valores en algunos parámetros estructurales de los bosques de manglar de esa zona. Algunas de las áreas más afectadas se localizan en los sistemas lagunares de Laguna de Campón y Laguna de Chantuto, en este último sistema se han perdido más de 120 hectáreas de bosques de mangle y otro tanto ha quedado fuertemente alterado por los dragados realizados durante los años de 1985, 1996 y 2001-2002.



Figura 18. Bosque maduro de *R. mangle* con una densidad notable de árboles maduros y seniles en Boca de San Juan, municipio de Acapetahua, Chiapas.

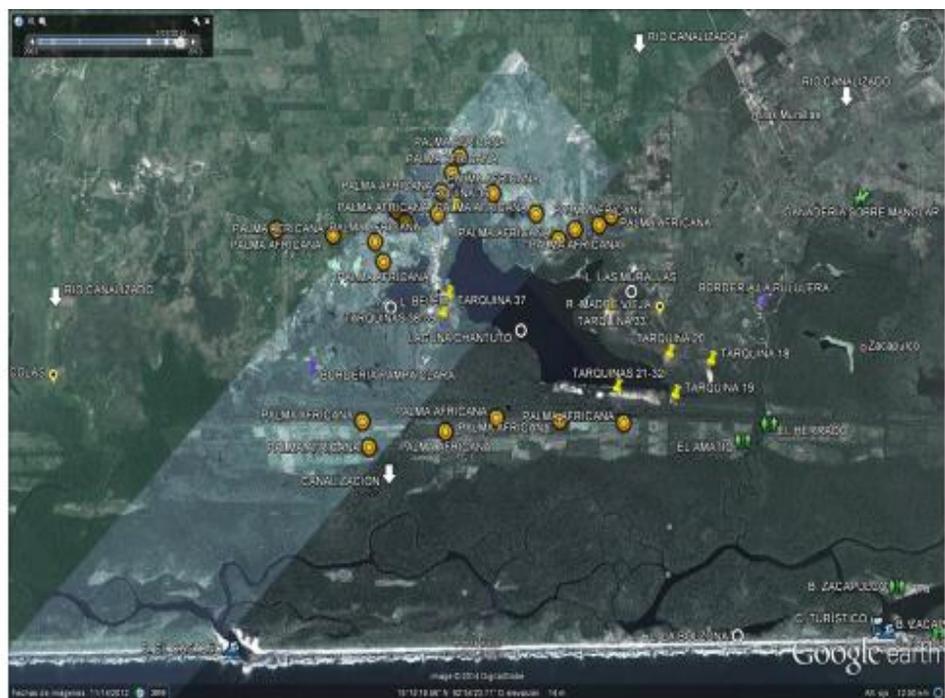
#### 4.1.6.3. Diagnóstico del manglar

La mayor extensión de toda el área de manglares se caracteriza por presentar zonas de bien a medianamente conservadas. Por el contrario, presenta otros sitios fuertemente alterados. Dentro de los primeros están la zona de El Castaño, El Catrín, El Estero Machón, El Campón. Sitios con graves alteraciones se localizan en la zona de Laguna de Belém, Laguna de Chantuto, Campón y La Sabana, en estos sistemas lagunares como consecuencias de las obras de rectificación de los ríos durante los últimos 25 años, se han rellenado las lagunas en detrimento de la pesquería y la navegación, como consecuencia de ellos, se han solicitado por los pescadores, la realización de obras de dragado, realizadas durante 1990 y 2001-2002 en laguna de Chantuto y Campón, las cuales han alterado o eliminado unas 120 hectáreas de mangle y pantano aledañas a estas lagunas, así como el establecimiento de grandes espacios para el cultivo de palma africana y el avance de la agricultura y ganadería en las comunidades de El Herrado, El 15 de Abril, El Catrín, La Salina, Las Conchas, El Anonal y El Castaño, están provocando una gran pérdida de la biodiversidad y de vegetación nativa en los últimos 25 años. Incluso en el área lagunar ha habido una gran disminución de la pesquería, la cual tiene nulas posibilidades de recuperarse bajo este esquema de aprovechamiento.

En la zona de El Herrado-El Amatío y La Salina, asociado a la pérdida de áreas de manglar, también se han perdido importantes manchones de selva mediana para dar paso a cultivos de maíz y palma africana, incluso dentro de áreas de manglar, como sucede en la Isla de Gamaliel Becerra, donde actualmente existen unas 140 has de palma africana, como se observa en la figura 18. Asociado a estas actividades todos los años se presentan gran cantidad de incendios sobre las áreas de tulares y popales producto de la cacería y pesquería de tortugas y cocodrilos dentro de estos espacios-hábitat, los cuales en los últimos 12 años han modificado fuertemente la estructura y composición de los pantanos de agua dulce muy necesarios para el funcionamiento del sistema en su conjunto. Adicional a estas actividades existe una gran extracción de madera de mangle de *L. racemosa*, *C. erectus* y *R. mangle*, para el uso en los tapos y empalizadas para la pesca de camarón en laguna de Belém y Chantuto, así mismo toda la leña utilizada en todas las comunidades proviene de los manglares, siendo *R. mangle* la especie más utilizada hasta en un 96%, como ha sido demostrado por Morales (2010).

De seguir esta tendencia, en los años siguientes el área verá mermada la densidad y estructura de los manglares, como ya se observa en la zona de El Amatío, El Herrado y La Salina, donde ya se observan bosques fuertemente alterados por le extracción de madera y leña. Se han realizado algunas actividades para recuperar el manglar por parte de Ecosur desde el año 2003-2005 y 2012-2014, en las cuales se han obtenido resultados alentadores, al lograr recuperarse unas 45 hectáreas de áreas de dragados con *C. erectus* y *R. mangle*. Es lamentable como la Conanp, Semarnat, Conagua, Profepa, Sagarpa y el Gobierno del estado sigan estimulando estas actividades o sean indiferentes ante la devastación de extensas áreas de selva, manglar y pantanos de agua dulce en toda el área (Figura 18).

**Figura 18. Principales actividades humanas desarrolladas en los últimos 25 años en la periferia y al interior de laguna de Chantuto en la Reserva de la Encrucijada.**



#### 4.1.7. Sistema lagunar Pampa Honda Barrita de Pajón

##### 4.1.7.1. Monitoreo del Manglar



Figura 19. En los rodales de Pampa Honda y Barrita de Pajón, existe un gran saqueo de madera, de tablas y tablones de *Avicennia germinans*.

En los bosques de manglar del sistema lagunar denominado Barrita de Pajón y Pampa Honda ubicados en el municipio de Mapastepec, el estado actual del bosque de mangle y su composición fue evaluado con el monitoreo de cuatro PMP. En los cuatro sitios de estudio existen bosques tipo borde, constituidos por bosques monoespecíficos, dominantes y mixtos, con amplio dominio de *L. racemosa* sobre *R. mangle* y *A. germinans*. El estudio se realizó con cuatro periodos de medición, iniciando en 2009, posteriormente se evaluó en el 2011 (en el mes de febrero y noviembre), en 2017, finalizando en 2018, (Cuadro 13).

Municipio	Localidad	IDPMP	Tipo	Fisonomía	Asociación	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
MAPATEPEC	BARRITA DE PAJON	058PMPCHBP	BORDE	MIXTO	Lr/Rm	58	5	MONITOREO PERMANENTE
		059PMPCHBP		MONOESPECIFICO	Lr/Rm	59	5	
		060PMPCHBP		MIXTO	Ag/Lr/Rm	60	5	
		061PMPCHBP		DOMINANTE	Lr/Rm	61	5	

En un área de 50 metros a la redonda de cada PMP evaluada, predominan áreas de manglar, canales de navegación y cuerpos de agua. Todos los bosques estudiados presentan fuerte alteración por extracción de madera y leña o bien por estar limítrofes con actividades agrícolas, incluso con actividades de recreación (Figura 19). En dos PMP se registra la cercanía al área agrícola-pecuaria, así como la presencia de vegetación secundaria, otra PMP está a unos 150m cercana a la comunidad de Barrita de Pajón en la cual se realizan actividades de venta de servicios turísticos y de recreación, en este sitio paulatinamente se ha ido eliminando el manglar, adicionalmente existe una gran cantidad de basura, (Cuadro 14).

**Cuadro 14. Usos de suelo y vegetación en un área de 50m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)**

PMP	Asociación	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
058PMPCHBP	Lr/Rm	1	1	0	1	1	1	0	0	0
059PMPCHBP	Lr/Rm	1	1	1	1	1	1	0	1	0
060PMPCHBP	Ag/Rm/Lr	1	0	1	0	1	1	0	1	0
061PMPCHBP	Lr/Ce/Rm	1	0	0	0	1	1	0	1	0

#### 4.1.7.3 Estructura y composición

El área basal del arbolado en pie en 2010 representaba un valor total inicial de 110 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, el cual para ese año era del 92% del área total evaluada, adicionalmente un 1% correspondía al área basal del arbolado muerto en forma natural, así como un 7% estaba representado por el área basal de los árboles extraídos; en 2011 se registró un ligero incremento, incluso en ese mismo años este incremento es mayor (126.2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), sin embargo, en los últimos períodos de evaluación el valor disminuye, finalizando en 2018 con un valor de 119.49 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>.

En la mortalidad natural del arbolado y la extracción de madera y leña en 2017, se cuantificó un fuerte incremento con un 7% y 13%, (11.6 y 20.1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) respectivamente, posteriormente en 2018, ambos parámetros se reducen sustancialmente, (Tabla 25, Gráfico 19).

**Tabla 25. Área basal en el sistema de Pampa Honda y Barrita de Pajón, Chiapas**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	110.0	1.2	8.4	119.6
2	2011-1	115.3	0.4	0.4	116.1
3	2011-2	126.2	0.1	6.0	142.3
4	2017	123.3	11.6	20.1	154.9
5	2018	119.49	2.28	0.55	122.3

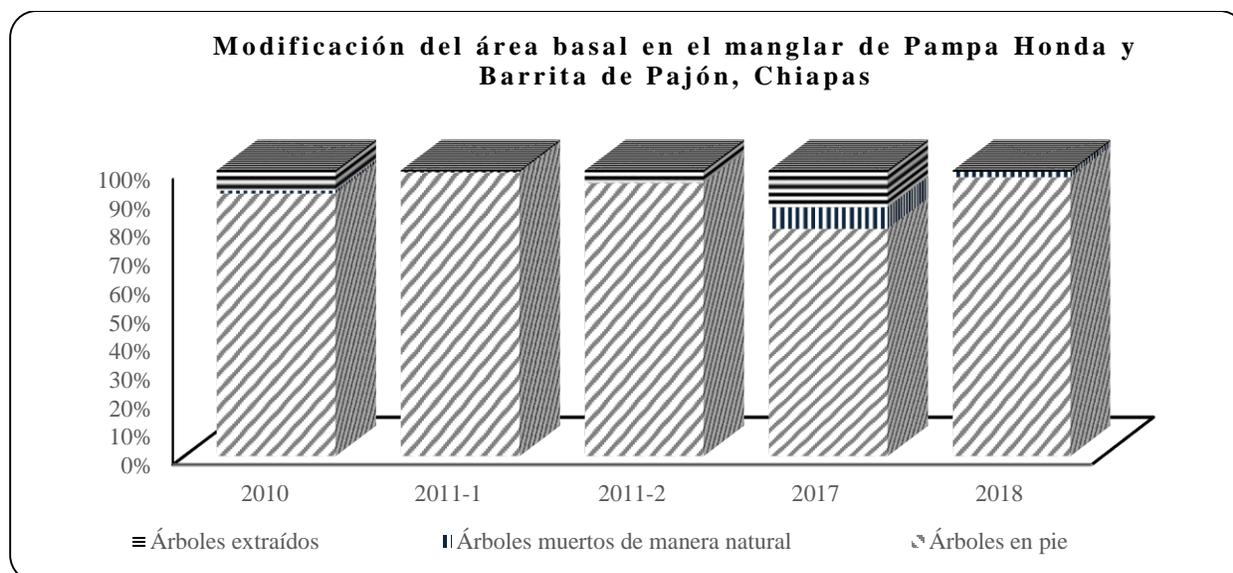
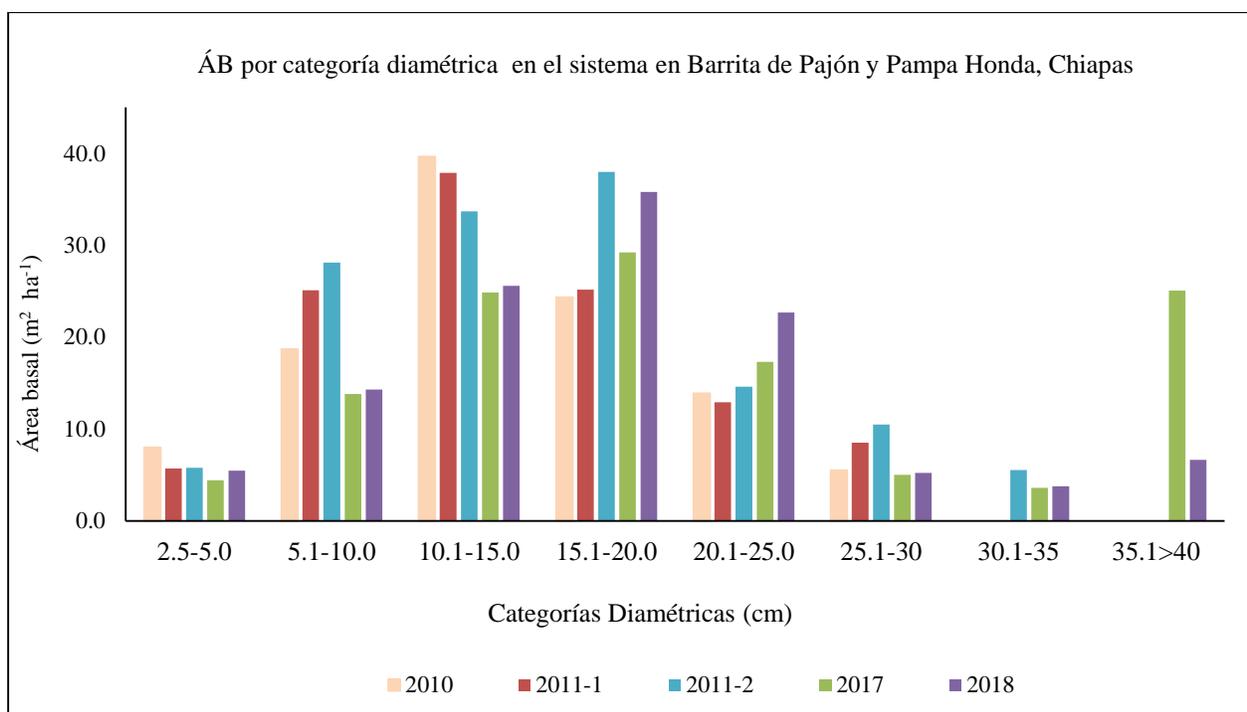


Gráfico 19. Modificación del área basal en los bosques de mangle de Barrita de Pajón y Pampa Honda, Chiapas.

El área basal por categorías diamétricas es menor en el arbolado con diámetros de 2.5-5.0 y 25.1-35cm, incrementándose en las cuatro categorías diamétricas siguientes (5.1 a 25 cm), las cuales muestran una dinámica de crecimiento muy sensible en todos los años de estudio, mientras que para el arbolado en fase de madurez mayor (20.1 a >40 cm), existe fuerte decremento en los últimos monitoreos incluso se observó la extracción de este arbolado o la mortalidad natural de los ejemplares más viejos del arbolado senil, en relación al primer monitoreo como se observó en las PMP 58 y 59, este problema es muy grave en la unidad 61, donde actualmente la extracción ha dejado una gran claro en el centro de la parcela, como se observa en la (Tabla 26, Gráfica 20, Figura 20).

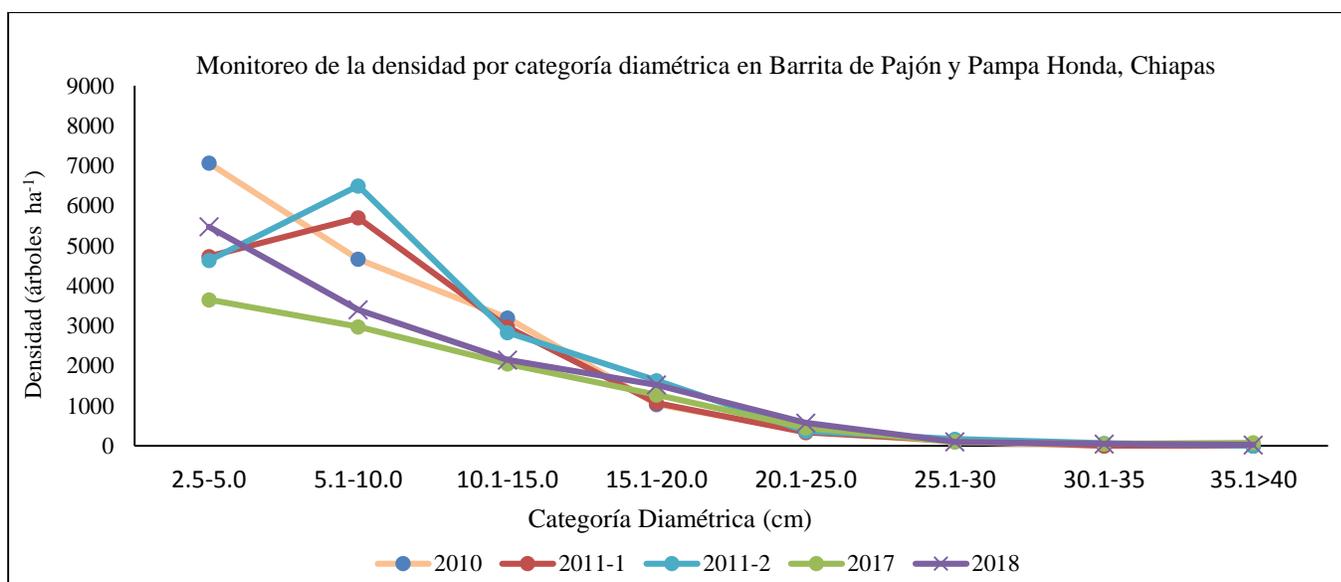


Gráfica 20. Área basal por categoría diamétrica en el sistema de Barrita de Pajón y Pampa Honda, Chiapas.

**Tabla 26. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en Barrita de Pajón y Pampa Honda, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	8.0	18.7	39.6	24.3	13.9	5.5	0.0	0.0	110.0
2	2011-1	5.7	25.1	37.9	25.2	12.9	8.5	0.0	0.0	115.3
3	2011-2	5.8	28.1	33.7	38.0	14.6	10.5	5.5	0.0	136.2
4	2017	4.4	13.8	24.9	29.2	17.3	5.0	3.6	25.1	123.3
5	2018	5.5	14.3	25.6	35.8	22.7	5.2	3.8	6.7	119.5

Los valores obtenidos en relación a la densidad del arbolado en cada una de las PMP registraron un comportamiento similar al área basal, inician con una gran cantidad de árboles juveniles, disminuyendo el número fuertemente en las categorías diamétricas siguientes, incluso en algunas categorías superiores en los últimos años no registraron individuos en el arbolado maduro-senil con diámetros mayores a los 25.1 cm, (Gráfica 21, Tabla 27).



Gráfica 21. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema de Barrita de Pajón y Pampa Honda, Chiapas.

**Tabla 27. Densidad del arbolado en pie por categorías diamétricas en Barrita de Pajón y Pampa Honda, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	7067	4667	3200	1033	367	100	0	0	16433.3
2	2011-1	4733	5700	2967	1067	333	133	0	0	14933.3
3	2011-2	4633	6500	2833	1633	367	167	67	0	16200.0
4	2017	3650	2975	2050	1275	450	100	50	75	10625.0
5	2018	5475	3400	2150	1525	575	100	50	25	13300.0

La cuantificación del diámetro promedio del arbolado en 2010 fue de 8.4 cm, posteriormente incrementó el valor en los monitoreos de los años siguientes, incluso el año de 2017 registro el valor más notable con 10.8cm., para finalizar con un promedio de 9.8 cm de diámetro. La evaluación de la altura total registro inicialmente un valor de 10.8 m, incrementando constantemente hasta alcanzar 12.7 m, en la evaluación final (Figura 15). La cobertura arbórea registró el valor menor con 8.0 m<sup>2</sup> en 2010, también registro incrementos y el menor valor en 2017 (7.0 m<sup>2</sup>) finalmente en 2018 se incrementando a 9.6 m<sup>2</sup>; para la densidad del arbolado también se registra una disminución del período inicial al período final de la evaluación; esta tendencia de disminución se repite en el Índice de Complejidad de Holdridge al obtener un valor de 33.3 en 2010 y finalizar con 29.1.

Finalmente, los registros obtenidos para la regeneración natural, observó cambios significativos en la cantidad de plántulas en el piso de los bosques provocados por la época de lluvias y estiaje, además ocasionalmente el monitoreo se realizaba antes de la caída de propágulos, variando de un total de 237,450 plántulas/ha<sup>-1</sup> en 2010, mientras que al final se obtuvo un valor de 68000, plántulas/ha<sup>-1</sup>, las cuales son menores con relación al primer año de evaluación, (Tabla 28). En los manglares de este sistema se debe considerar que la frontera agrícola-pecuaria ha tenido un incremento en los últimos años, situación que genera gran presión en lo manglares y especialmente sobre la regeneración del bosque, que a su vez disminuyen fuertemente los parámetros estructurales a lo largo del tiempo (Figura 20).

**Tabla 28. Parámetros estructurales en el sistema de Pampa Honda y Barrita de Pajón, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (arboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2010	8.4	10.8	8.0	16433.0	33.3	237,450
2011-1	9.1	12.8	8.6	14933.0	20.3	73,000
2011-2	9.6	11.7	8.8	16200.0	28.8	105,333
2017	10.4	12.4	7.0	10625.0	23.6	242,000
2018	9.8	12.7	9.6	13300.0	29.1	68,000



Figura 20. El manglar en Laguna Pampa Honda y Barrita de Pajón tiende a fraccionarse debido a la excesiva extracción de madera, leña y palma.

#### 4.1.7.3. Diagnóstico del manglar

Todos los sitios estudiados y en general todos los bosques de mangle de esta sistema lagunar presentan una grave deforestación por el avance de la agricultura y ganadería sobre los bosques, así como por la extracción de madera para la construcción de tapos y empalizadas para la pesca de camarón, actividad que afecta principalmente al mangle blanco *L. racemosa*, así como la extracción de tablas y tablones de madera de *Avicennia germinans*, incluso la utilización de postes de *C. erectus* para los cercados en los potreros ganaderos. En todos los bosques se acentúa la extracción de leña de *R. mangle*. En muchos bosques cada día es más precaria la regeneración del bosque, por el acopio de propágulos entre lluvias y secas. Dentro de ambos sistemas lagunares en los últimos 30 años se han realizado obras de dragado para favorecer la entrada de postlarvas de camarón, así como para establecer sistemas de cultivo de este crustáceo, como sucedió en la década de 1990 en Laguna de El Castaño, donde se iniciaron las obras, sin llegar a terminarlas.

*Bajo esta condición en los años siguientes estos bosques irán desapareciendo o quedando relegados a manchones aislados, con amplia invasión de vegetación de cyperáceas, pastizales y matorral espinoso.*

## 4.1.8. Sistema lagunar Carretas-Pereira

### 4.1.8.1. Monitoreo del Manglar



Figura 21. Los bosques de mangle del sistema Carretas-Pereyra en el municipio de Pijijiapán, presentan una regeneración abundante y un nivel de conservación aceptable.

El sistema lagunar Carretas-Pereyra forma parte de la segunda zona núcleo de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada (Figura 21 y 22). Por su extensión conforma el segundo sistema lagunar más grande dentro de la reserva La Encrucijada, el monitoreo se realizó sobre 15 PMP, distribuidas en las lagunas Carretas, laguna Pereira, Estero Brujas y Las Cuaches, pertenecientes al municipio de Pijijiapán. El estudio comprende dos tipos de bosques: los bosques de tipo ribereño predominando la especie de *R. mangle* que conforma bosques monoespecíficos y asociaciones con *L. racemosa*, y los bosques de tipo borde, con igual presencia de *R. mangle* constituido por bosques monoespecíficos y bosques dominantes de *L. racemosa* y *A. germinans*. El monitoreo comprende cinco períodos de medición iniciando en 2010, posteriormente en 2011 se realizan dos evaluaciones, una en el mes de febrero (2011-1), y la otra en el mes de noviembre (2011-2), prosiguiendo en 2017 y finalizando el estudio en el año de 2018. Durante toda la evaluación se hace la cancelación de solo una PMP, la cual se descartó por la dificultad en el acceso, (Cuadro 15).



Figura 22. Unidades de monitoreo permanente en el sistema de Carretas-Pereyra-Estero Brujas, en el municipio de Pijijap6n, Chiapas.

Desde 2010, la mitad de las parcelas no han presentado extracci6n de madera; por el contrario, durante los a6os de 2015-2017 se ha observa una gran ca6da de 6rboles viejos y maduros debido al paso de los vientos principalmente durante los meses de junio y septiembre. En la parte m6s pr6xima a la laguna existe una franja muy compacta de 6rboles de mangle *R. mangle*; mientras que hacia la parte Este-Sur y Oeste, el sitio da paso a una asociaci6n de *R. mangle* y *L. racemosa*, estos 6ltimos son arboles maduros de hasta 32m de altura, algunos de estos 6rboles fueron derribados por el viento en la parte centro y Oeste, cre6ndose grandes claros en muchos sitios de todo el sistema lagunar, dentro de estos claros han aparecido una gran cantidad de pl6ntulas y algunos reclutas principalmente de *R. mangle* que se han agregado al arbolado. Actualmente en muchos sitios no alterados, estos nuevos reclutas presentan de 2.5 a 3.9m de altura. Sobre los 6rboles maduros existe una gran cantidad de la orqu6dea *Brassabola nodosa*, las cuales durante los meses de lluvias florecen en abundancia.

Dentro de las parcelas la mayoría de árboles de *R. mangle* y *L. racemosa*, presentan un espaciamiento entre 4-6m de distancia debido a lo ancho de las copas. Durante los monitoreos debido a la excesiva cobertura del dosel del arbolado la parte Este y sur del sistema se registran pocas plántulas arraigadas al suelo; incluso durante ls lluvias debido a la elevación de la inundación sobre el suelo muchas de ellas mueren en grandes cantidades. Muchas de las plántulas registradas cercanas a la laguna, son producto del arrastre de propágulos de *R. mangle*, desde la laguna por la marea, gran parte de ellos se arraigan, generando nuevas plántulas.

El suelo en todo el sistema lagunar todo el tiempo está de húmedo ha inundado, incluso en la época de secas; mientras que en lluvias la inundación se eleva hasta 20cm. El suelo está constituido por una capa de materia orgánica constituida por gran cantidad de hojarasca, restos de madera y palizada de 10-35 cm de espesor sobre una base de limo y arena de 12-31cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 26-38 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<20 UPS).

**Cuadro 15. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema de Carretas-Pereyra, Chiapas**

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual	
PIJIJAPAN	BRISAS DEL MAR	RIBEREÑO	067PMPCHCP	MONOESPECIFICO	Rm	64	5	MONITOREO PERMANENTE	
			068PMPCHCP		Rm	63	5		
			077PMPCHCP		Lr	66	5		
	LAGUNA PEREIRA		DOMINANTE	069PMPCHCP	Lr/Rm	62	5		
				072PMPCHCP	Rm/Lr	73	5		
				073PMPCHCP	Rm/Lr	74	5		
	LAGUNA PEREIRA	BORDE	081PMPCHCP	MONOESPECIFICO	Rm	60	5	MONITOREO PERMANENTE	
			070PMPCHCP	MIXTO	Lr/Rm	61	5		
			071PMPCHCP	DOMINANTE	Lr/Rm	72	5		
			074PMPCHCP		Rm/Lr	0	3		MONITOREO CANCELADO
		075PMPCHCP	Rm/Lr		75	5			
		076PMPCHCP	Rm/Lr		76	5			
		LAGUNA PEREYRA	BORDE	079PMPCHCP	DOMINANTE	Ag/Lr	68	5	MONITOREO PERMANENTE
				080PMPCHCP		Lr/Rm	65	5	
ESTERO BRUJAS	BORDE	LAGUNA PEREYRA	DOMINANTE	Lr/Rm	67	5	MONITOREO PERMANENTE		
ESTERO CARRETAS				078PMPCHCP	Rm/Lr	67		5	

En el sistema lagunar existen actividades agrícolas o pecuarias en áreas lejanas a los bosques de manglar, el paisaje está constituido por bosques de mangle prístinos y macizos, que en algunas zonas, como laguna El Bobo llegan a formar asociaciones con especies como *P. aquatica* y *Anona glabra*. Dentro del sistema lagunar de Carretas se registró algunas áreas fuertemente afectadas por obras de dragado realizados en años (1995-96; 2007-2008) anteriores al monitoreo, las cuales han provocado impactos muy significativos dentro del cuerpo de agua, debido a que los depósitos de sedimentos se colocaron dentro de la laguna, provocando una alteración en la circulación de la misma, principalmente en la parte Sur y Oeste de Laguna de Carretas (Cuadro 16, Figura 22).

**Cuadro 16. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)**

PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
067PMPCHCP	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
068PMPCHCP	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
069PMPCHCP	Rm/Lr	1	1	0	0	1	1	0	1	0
070PMPCHCP	Rm/Lr	1	1	0	0	1	1	0	0	0
071PMPCHCP	Lr/Rm	1	1	1	0	1	1	0	1	0
072PMPCHCP	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	0	0
073PMPCHCP	Lr/Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
075PMPCHCP	Lr/Rm	0	0	0	0	1	0	0	0	0
076PMPCHCP	Lr/Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
077PMPCHCP	Lr	0	0	0	0	1	0	0	1	0
078PMPCHCP	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	1	0
079PMPCHCP	Ag/Rm	0	0	0	0	1	0	0	0	0
080PMPCHCP	Lr/Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
081PMPCHCP	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0

#### 4.1.8.2. Estructura y composición

En el estudio de la estructura se registraron cambios en el área basal del arbolado en pie, incluso algunos incrementos muy importantes en 2011-2. Iniciando la evaluación con un valor de 467.1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, éste valor registró un incremento en la segunda evaluación del 2011, sin embargo, para la evaluación del presente año se registró un valor de 310.3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, siendo menor (33.3%) en relación al primer año de evaluación. La mortalidad natural del sistema registró cambios extremos entre 2010 y 2017 (33.1 y 32 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), se considera junto al 2010 los años donde se presentó una mayor mortalidad natural. En el caso del área basal correspondiente a los árboles extraídos, los años de 2010 y 2017 fueron los años de mayor extracción con (11.2 y 23.9), un porcentaje del 7% (23.9m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), siendo este último año, el de mayor extracción en todo el estudio, (Tabla 29, Gráfica 22).

**Tabla 29. Área basal en el sistema Carretas-Pereira, Chiapas**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	467.1	33.1	11.2	511.3
2	2011-1	451.4	8.6	6.7	466.7
3	2011-2	530.1	3.2	4.8	530.1
4	2017	299.2	32	23.9	355.3
5	2018	310.3	5.2	1.6	317.0

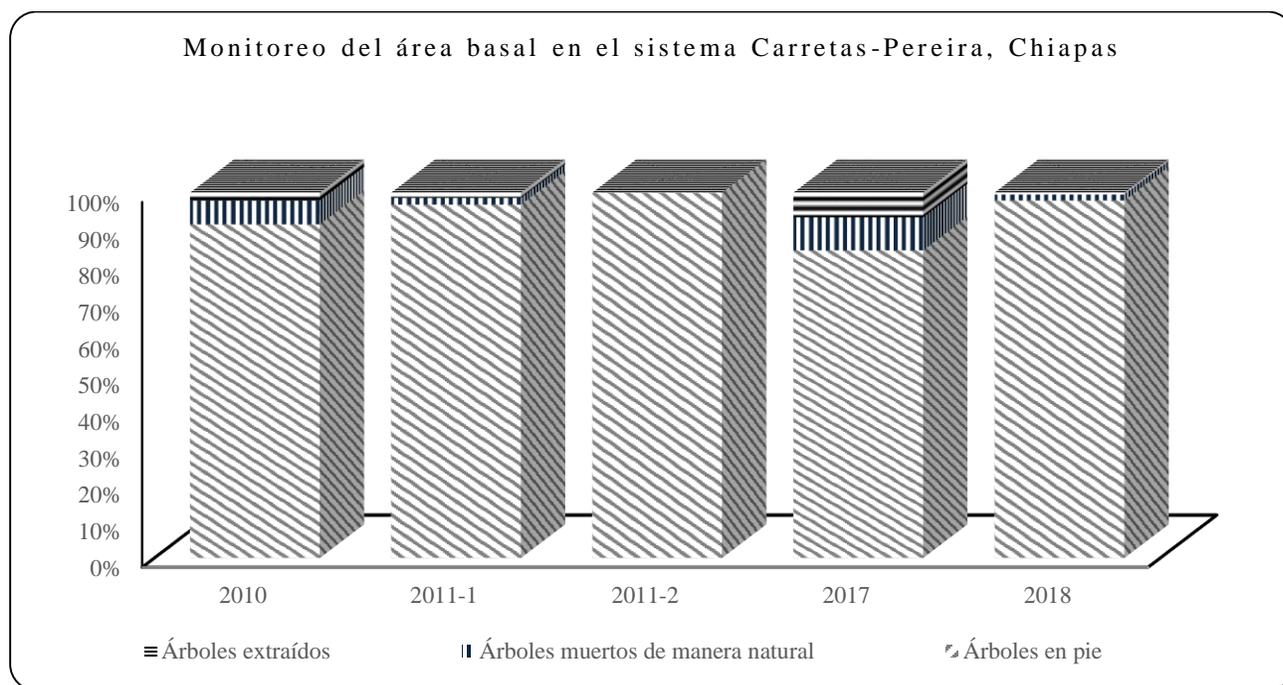
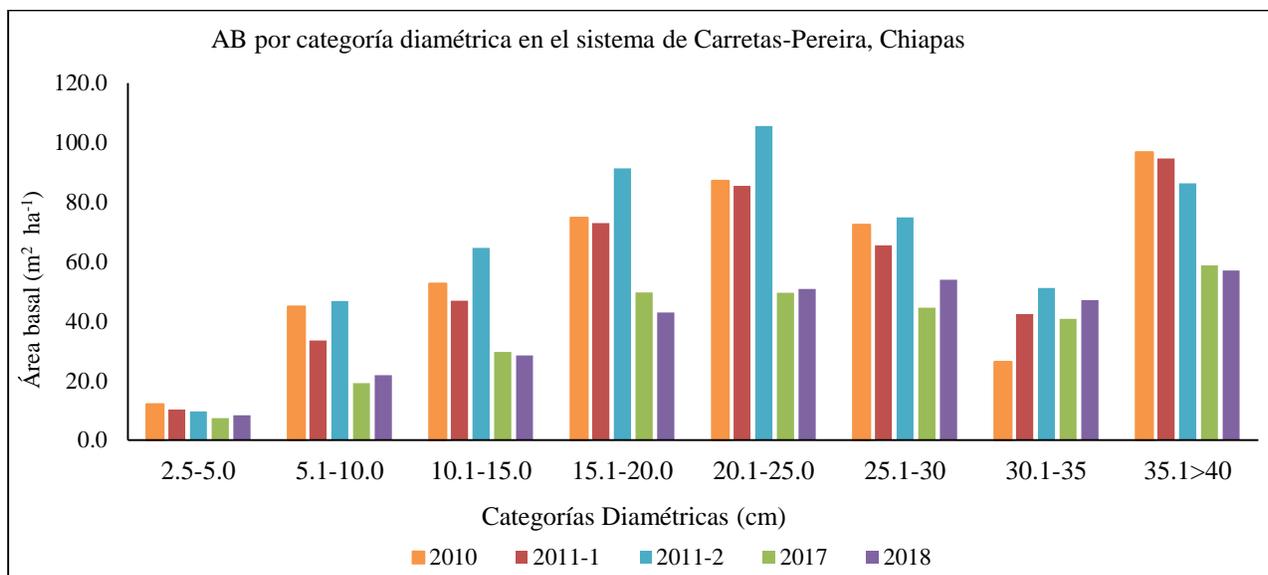


Gráfico 22. Monitoreo del área basal en el sistema de Carretas-Pereira, Chiapas.

El área basal en las categorías diamétricas analizadas registró una disminución respecto al año inicial de evaluación del 33.1%, sin embargo, en la presente evaluación (2018), las categorías en fase de crecimiento inicial con diámetros de 2.5 a 10.0 registran un incremento respecto al año 2017, esta tendencia también se observa en el arbolado en fase madura con diámetros de 20.0 a 30 cm.



Gráfica 23. Área basal por categoría diamétrica en el sistema de Carretas-Pereira, Chiapas.

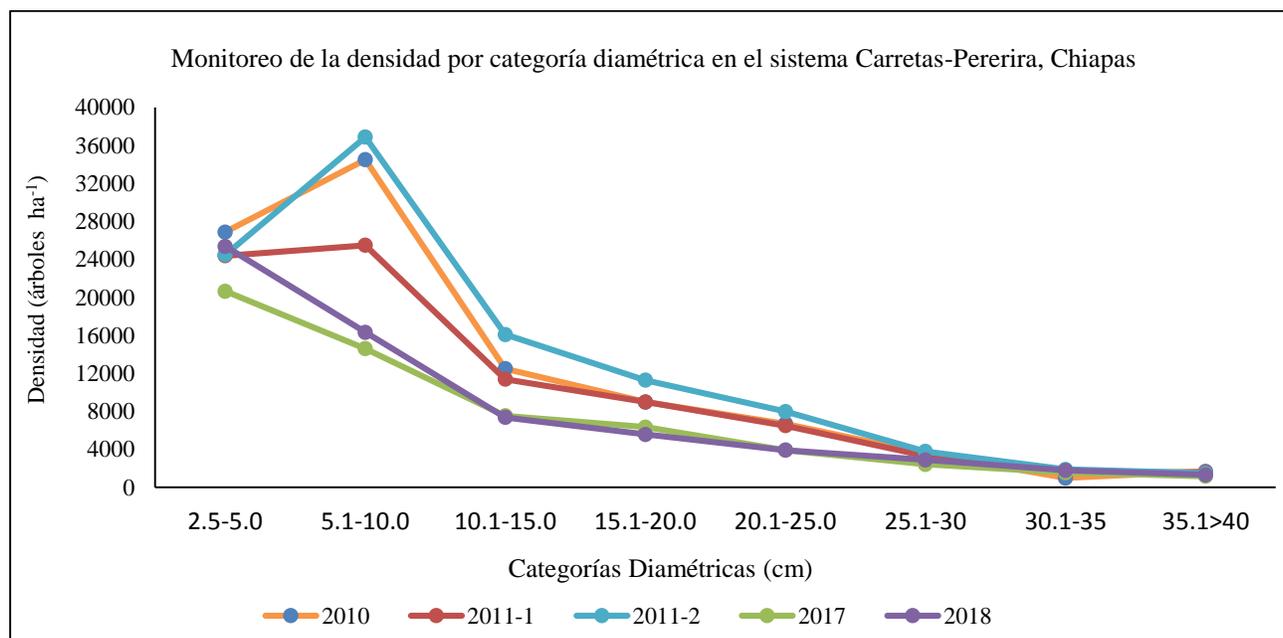
Para las categorías en fase juvenil-maduro de crecimiento (10.1 a 20 cm), existe una disminución en los valores obtenidos en 2017 respecto a la evaluación 2018; esta tendencia de crecimiento indica que estos bosques de mangle se encuentran en una fase intermedia de crecimiento, donde la mortalidad y extracción de madera solo han impactado levemente al arbolado mayor (Gráfica 23, Tabla 30). En particular en las PMP 71, 72, 73, 75, 76, 77 y 81, son los sitios donde el manglar esta mejor estructuralmente, con arbolado maduro-senil y con niveles muy bajos de extracción y ocasionalmente con una mortalidad natural notable.

**Tabla 30. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema Carretas-Pereira, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	12.1	44.9	52.7	74.7	87.2	72.4	26.3	96.8	467.1
2	2011-1	10.3	33.4	46.8	72.9	85.4	65.5	42.4	94.6	451.4
3	2011-2	9.6	46.8	64.6	91.3	105.6	74.8	51.1	86.3	530.1
4	2017	7.3	19.1	29.6	49.6	49.5	44.5	40.8	58.7	299.2
5	2018	8.4	21.9	28.5	42.9	50.8	53.9	47.1	57.0	310.3

Para la densidad del arbolado, con diámetros de 2.5 cm a 5.0 cm se presentó una reducción en relación al primer año de evaluación, disminuyendo de 26,900 árboles/ha<sup>-1</sup>, a 25,379 árboles/ha<sup>-1</sup>, en 2018, sin embargo, para los diámetros de 5.1 cm a 10 cm, la disminución de individuos es mayor, con un valor inicial de 34,500 árboles/ha<sup>-1</sup> a 16,343 árboles/ha<sup>-1</sup>, en la evaluación final, esta tendencia también se observa en las otras categorías diamétricas analizadas (Gráfica 24, Tabla 31).

Para la densidad del arbolado se registró al igual que para el área basal un incremento en los valores obtenidos en 2018 respecto a la evaluación de 2017, con una mayor densidad en arbolado en fase de crecimiento inicial, así como en fase juvenil de crecimiento, (Gráfica 24, Tabla 31).



Gráfica 24. Densidad del arbolado en el sistema de Carretas-Pereyra, Chiapas.

Tabla 31. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Carretas-Pereyra, Chiapas

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	26900	34500	12500	9000	6700	3600	1000	1700	95900.0
2	2011-1	24400	25500	11400	9000	6500	3300	1600	1600	83300.0
3	2011-2	24500	36900	16100	11300	8000	3800	1900	1500	104000.0
4	2017	20664	14614	7543	6364	3929	2436	1571	1179	58300.0
5	2018	25379	16343	7386	5579	3929	2907	1807	1336	64664.3

En el caso de la evaluación del diámetro promedio del arbolado, se obtuvo en 2010 un promedio de 12.8 cm, incrementando el valor en los distintos períodos de evaluación, para finalizar con un promedio de 13.6 cm de diámetro. En el caso de la altura total se registró un valor inicial de 19.2m, incrementando en 2011-2 hasta 20.1m, finalizando con 18.0 m, en relación a la cobertura arborea también se registró un valor menor con 24.5 m<sup>2</sup> en 2010, disminuyendo paulatinamente en los años siguientes, para finalmente registrar en 2018 una cobertura total promedio de 23.8 m<sup>2</sup>.

En la densidad del arbolado también se registra una disminución del período inicial al período final de la evaluación; esta tendencia de disminución se repite en el Índice de Complejidad de Holdridge al obtener un valor de 35 en 2010 y finalizar con 12 para el último año de evaluación. Finalmente, para la regeneración natural del bosque se cuantificó un valor inicial de 155,077 plántulas /m<sup>2</sup>, finalizando con una densidad de 138, 769 plántulas/ha<sup>-1</sup>, las cuales son menores con relación al primer año de evaluación. Al igual que el área basal y la densidad distribuidas en las categorías diamétricas, los valores obtenidos en estos parámetros estructurales reflejan un incremento de 2017 a 2018, (Tabla 32, Figura 23).

**Tabla 32. Parámetros estructurales en el sistema lagunar Carretas-Pereyra, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (arboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2010	12.8	19.2	24.5	9590	35	155,077
2011-1	13.3	19.7	19.7	8330	40	93,500
2011-2	12.7	20.1	19.6	1040	41	120,250
2017	13.7	18.5	13.6	5830	10	230,286
2018	13.6	18.0	23.8	6466	12	138,769



Figura 23 En los bosques de este sistema existen áreas bien conservadas y con una densidad elevada de individuos de diferentes especies y categorías diamétricas.

#### 4.1.8.3. Diagnóstico del manglar.

Buena parte de los sitios estudiados como sucede en las PMP: 71, 72, 73, 75, 76, 77 y 81 en las cuales el nivel de conservación es muy aceptable, en estos sitios bajo esta condición en el futuro, tiende a permanecer a partir del arbolado original y los arbustos reclutas que anualmente se vienen integrando. Un buen indicador de la salud del bosque lo representan el conjunto de raíces aéreas muy robustas y fustes muy gruesos, con un promedio de 1.97m de altura de *R. mangle*, Durante todos los monitoreos siempre se encontraron plántulas arraigadas y propágulos en el suelo de *R. mangle* y *L. racemosa*. Salvo por el posible riesgo de alguna plaga, vientos fuertes y descargas de rayos. En algunos sitios en la parte periférica de las parcelas, existe una importante franja de vegetación terrestre constituida por el güizache *Pithecellobium dulce*, *Prosopis juliflora*, *Sabal mexicano* y *Guazuma umbifolia*, incluso algunas bromelias y cantidad de lianas, las cuales forman asociaciones muy importantes con la vegetación de manglar. Por el contrario, en los sitios: 67, 68, 69, 70, 74, 78, 79 y 80 bajo esta condición en el futuro tienden a modificarse paulatinamente en detrimento del manglar, incluso en algunos sitios como la PMP 78, fuertemente extraída ya experimenta este proceso, aquí se observaron una gran cantidad de tocones, por lo menos en los últimos tres monitoreos. En otras como la 67, 79 y 80 en actualidad se ha observado la invasión de vegetación arbustiva y algunas lianas. Este proceso además de alterar la vegetación original, ha provocado gran entrada de luz hasta el suelo del bosque, esto ha originado una alteración en la humedad y temperatura.

Durante todos los monitoreos siempre se encontraron plántulas arraigadas, en la actualidad existe un gran arribo de propágulos de *R. mangle* y *L. racemosa*, una parte de ellos se convierten en plántulas algunas de *R. mangle* se han reclutado como nuevos arbustos. En los últimos dos monitoreos realizados se ha encontrado plántulas de A, B y C, producto de la apertura del dosel.

Estos sitios pueden mantenerse siempre y cuando la extracción disminuya o se mantenga en los niveles actuales sobre el arbolado.

#### 4.1.9 Sistema lagunar Chocohuital

##### 4.1.9.1. Monitoreo del Manglar



Figura 24. Bosques de *L. racemosa*, durante el estiaje el suelo está seco y muchas plántulas mueren durante marzo a mayo, con los rigores del calor y falta de humedad.

A lo largo del Estero de Chocohuital municipio de Pijijiapán se estudiaron los cambios estructurales de los bosques de mangle, mediante el establecimiento de tres PMP, las cuales son bosques tipo borde, con presencia de tres especies de mangle: *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans*, conformando boques monoespecíficos y dominantes. La primer evaluación se realizó en el año 2010, posteriormente se realizaron dos evaluaciones en 2011, (febrero y noviembre), la cuarta evaluación en 2017, finalizado el monitoreo en el 2018, (Cuadro 17, Figura 24).

Cuadro 17. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema lagunar Chocohuital, Chiapas								
Municipio	Localidad	IDPMP	Tipo	Fisonomía	Asociación	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
PIJIJAPAN	CHOCOHUITAL	075PMPCHCH	BORDE	DOMINANTE	Lr/Rm	75	5	MONITOREO PERMANENTE
		077PMPCHCH			Rm/Ag	77	5	
		076PMPCHCH		MONOESPECIFICO	Ag	76	5	

En el área de estudio se registraron cuerpos de agua aledaños a los sitios de estudio, como el estero el Chocohuital y en una PMP se ubica un desarrollo antrópico, no se observa vegetación secundaria o áreas agrícolas o ganaderas cercanas a las PMP, (Cuadro 18).

**Cuadro 18. Usos del suelo y la vegetación en un área de 50m alrededor de cada PMP: ausencia (0) y uso del suelo (1)**

PMP	Asociación	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaría	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
075PMPCHCH	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	0	0
077PMPCHCH	Rm/Ag	1	0	0	0	1	0	0	0	0
076PMPCHCH	Ag	0	0	0	0	1	0	0	0	0

#### 4.1.9.2. Estructura y composición

La evaluación del área basal de los árboles en pie registró un incremento notable a lo largo del periodo de estudio, pasando en 2010 al inicio de la evaluación de  $56.5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , seguido de  $78.8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  y finalizando con un valor de  $76.07 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , esto se debe a la caída de algunos árboles mayores dentro de dos parcelas en estudio. El área basal correspondiente a los árboles muertos de forma natural registro un incremento constante y sin mortalidad a finales de 2011. En 2017, se obtuvo el mayor valor con un porcentaje del 12% del área basal total evaluada. El área basal representada por la extracción de madera y leña registró valores bajos en los primeros dos monitoreos, al igual que la mortalidad natural registro un incremento en 2017, con un porcentaje del 25% ( $32.1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ). Esto incrementos tan notables en la extracción, pueden afectar la estructura total del manglar, debido a que no existe una regulación de la extracción que se está realizando en la zona de los manglares, afortunadamente en el último año esta extracción se reduce sustancialmente, (Tabla 33, Gráfica 25).

**Tabla 33. Área basal en el sistema de Chocohuital, Chiapas**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal mortalidad natural ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Árboles extraídos ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal Total ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )
1	2010	56.5	1.1	2.6	60.1
2	2011-1	57.9	0.9	7.4	66.3
3	2011-2	60.2	-	-	60.2
4	2017	78.8	15.3	32.1	126.2
5	2018	76.07	1.90	2.4	80.4

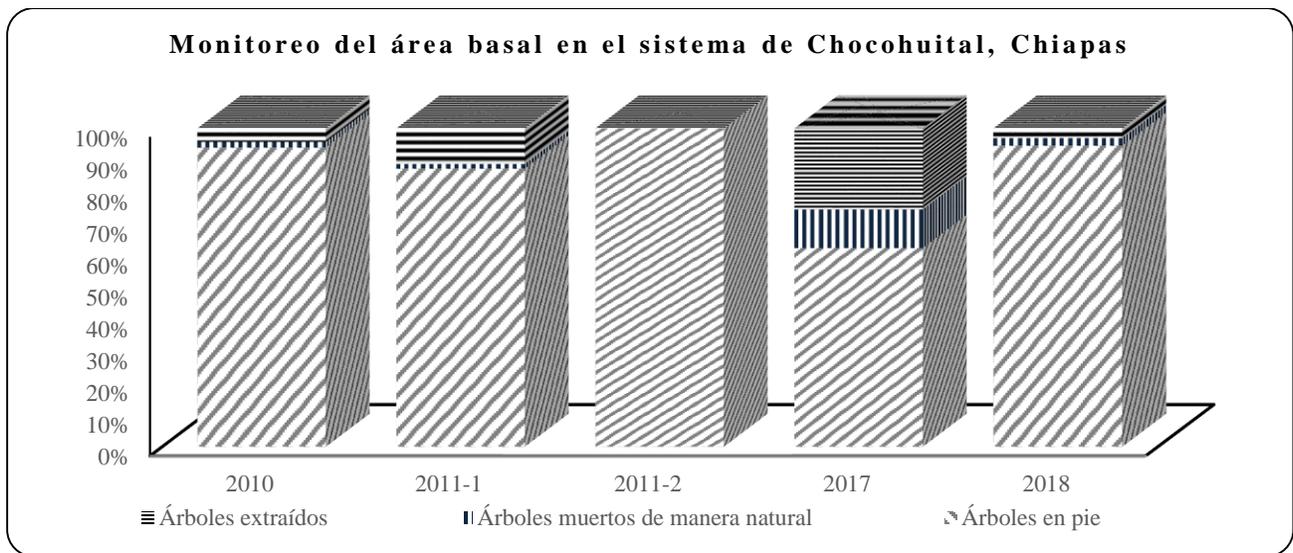
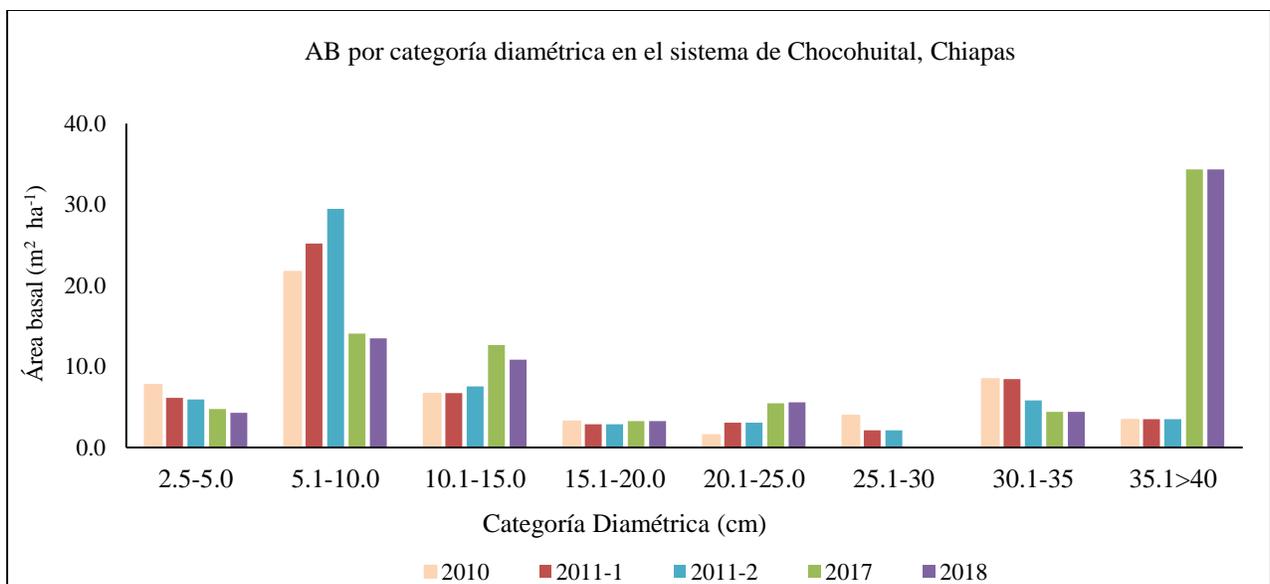


Gráfico 25. Monitoreo del área basal en el sistema de Chochohuital, Chiapas.

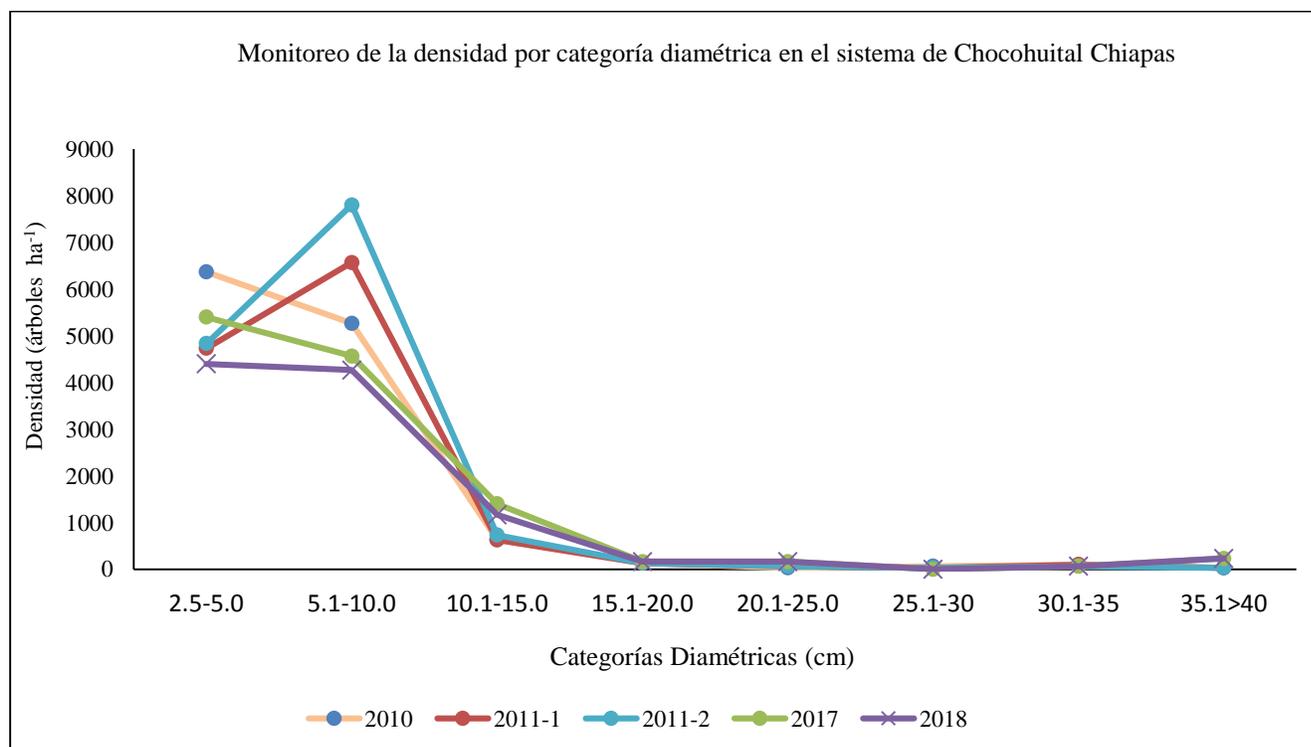
El área basal por categorías diamétricas, registró en todas las categorías, con excepción de las categorías de 5.0-10 y 35.1 > 40cm, valores bajos. Para el caso de los arboles seniles, se registró un incremento muy notable del área basal a partir de los últimos dos monitoreos, debido a la inclusión de nuevos individuos, al pasar las parcelas de un área de 300 a 400m<sup>2</sup> a partir del monitoreo realizado en 2017, los cuales se encontraban dentro de las dimensiones actuales de la PMP, valores notables se observan en los diámetros de 5.1 a 10.0 cm por lo menos en los primeros monitoreos, (Gráfica 26, Tabla 34).



Gráfica 26. Distribución del área basal por categorías diamétricas en el sistema Chochohuital, Chiapas.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	7.7	21.7	6.6	3.2	1.5	3.9	8.4	3.4	56.5
2	2011-1	6.1	25.2	6.7	2.9	3.1	2.1	8.4	3.5	57.9
3	2011-2	5.9	29.5	7.5	2.9	3.1	2.1	5.8	3.5	60.2
4	2017	4.7	14.0	12.6	3.2	5.4	0.0	4.4	34.3	78.8
5	2018	4.3	13.5	10.9	3.2	5.6	0.0	4.4	34.3	76.1

En relación a la densidad, por categoría diamétrica se registró un comportamiento similar al área basal con una gran cantidad de los individuos en la fase inicial de crecimiento (2.5 cm a 10 cm), y posteriormente un descenso en la densidad para los árboles en la categoría juvenil (10.1 a 15 cm), y la categoría de árboles maduros con diámetros de 15.1 cm a 25 cm, este comportamiento es normal en el arbolado, debido a la competencia por espacio, nutrientes y luz en cada uno de los sitios; incluso a medida que el arbolado se desarrolla y se hace más alto, está cada día más expuesto al efecto de los rayos y la fuerza del viento, ambos fenómenos son muy frecuentes durante la época de lluvias, (Gráfica 27, Tabla 35).



Gráfica 27. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema lagunar Chochohuitl, Chiapas.

**Tabla 35. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Chocohuital, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	6367	5267	633	133	33	67	100	33	12633.3
2	2011- 1	4733	6567	633	133	67	33	100	33	12300.0
3	2011- 2	4833	7800	733	133	67	33	67	33	13700.0
4	2017	5400	4567	1400	167	167	0	67	236	12000.0
5	2018	4400	4267	1167	167	167	0	67	239	10466.7

El diámetro promedio del arbolado registró en el primer año de evaluación un diámetro de 6.4 cm, registrando un incremento creciente a lo largo de los siguientes monitoreos, hasta alcanzar el máximo valor en 2018 con un diámetro promedio de 8.3 cm. En caso de la altura total del arbolado, se registró un incremento respecto al año inicial de evaluación con 12.6 m, registrando en 2018 13.2 m, registrando un valor notable en 2017 con 16.2 m. Los valores obtenidos en la cobertura arbórea, por el contrario, el valor inicial es mayor que el último de 8.3 m<sup>2</sup> promedio por individuo en 2010 a 7.1 m<sup>2</sup> en el 2018; esta tendencia de disminución se observa en los valores de la densidad del arbolado pasando de 12633 a 10467 árboles/ha<sup>-1</sup> entre 2010 a 2018. El Índice de Complejidad de Holdridge, registro un ligero descenso al pasar de 23.6 a 19.4, como consecuencia de la disminución del arbolado a lo largo del tiempo. Finalmente, la evaluación de la regeneración natural del bosque, se registró un incremento en relación al año inicial, al pasar en 2010 de 67,045 a 124,000 plántulas/ha<sup>-1</sup> en el 2018, siendo el año de 2017 un año extraordinario en cuanto a cantidad de plántulas en el suelo de estos bosques (259,045 (plántulas ha<sup>-1</sup>), (Tabla 36).

**Tabla 36. Parámetros estructurales en el sistema de Chocohuital, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2010	6.4	12.6	8.3	1263	23.6	67,045
2011-1	6.7	13.8	7.8	1230	23.7	44,500
2011-2	6.5	14.4	7.6	1370	27.7	162,667
2017	7.8	16.2	8.1	1200	23.4	259,045
2018	8.3	13.2	7.1	1046	19.4	124,000

#### 4.1.9.3. Diagnóstico del manglar

El arbolado dentro de las tres PMP, está constituido principalmente por arboles juveniles a juvenil en primera madurez, sin embargo, son arboles espigados con alturas considerables y densidades intermedias entre los bosques de mangle a nivel tropical. Los niveles de mortalidad natural y extracción fueron bajos, con excepción del año de 2017, donde ambos fenómenos se incrementaron. El arbolado presenta un buen grado de desarrollo. En este sistema de manglares se registró la presencia más al sur de *Avicennia bicolor*, el cual tiene su mejor distribución en el límite del municipio de Tonalá y Pijijiapán. Sin embargo, se registró un solo individuo juvenil-maduro de *A. bicolor* de aproximadamente 10 m de altura y un DAP de 9.5cm. En todos los sitios estudiados se registró la extracción moderada de madera de *L. racemosa*. En los tres sitios existe una buena regeneración de plántulas en el piso del bosque, incluso se registró buena cantidad de nuevos reclutas presentan de 2.8 a 4.5m de altura. Dentro de la parcela la mayoría de árboles de *R. mangle* y *L. racemosa*, presentan un espaciamiento entre 2-3m de distancia. Durante los primeros monitoreos debido a la excesiva cobertura del dosel del arbolado la parte Este y sur de la parcela registraba pocas plántulas arraigadas al suelo. La humedad y temperatura bajo el arbolado en julio de 2018 fue de aproximadamente 67% y menor a 29°C, lo que demuestra la estabilidad ambiental de la parcela.

El suelo está constituido por una capa de materia orgánica de 7-10cm de espesor, sobre una base de arena. Todo el tiempo está de húmedo ha ligeramente inundado, esta situación se revierte en la época de secas, quedando el suelo seco; mientras que en lluvias la inundación se eleva hasta 5cm. El área presenta niveles intermedios de salinidad intersticial, principalmente en la época de secas, donde suele alcanzar valores (38-45 UPS). Por el contrario, durante las lluvias la salinidad disminuye fuertemente (<26 UPS). Esto se debe a la influencia del río Urbina, el cual drena hacia el estero de Chocohuital. Ocasionalmente cuando la precipitación es cuantiosa en septiembre o bien durante alguna tormenta como fue el paso del huracán Stan en octubre de 2005, toda el área se inunda por las avenidas del río Urbina.

*Bajo estas condiciones y de no incrementarse la extracción de madera en los años siguientes, es probable que el manglar se mantenga.*

#### 4.1.10 Sistema lagunar Joaquín Amaro, El Manguito, Estero San José.

##### 4.1.10.1. Monitoreo del Manglar



Figura 25. Bosque de *Avicennia bicolor* en Estero San José, en el municipio de Tonalá.

En los manglares del sistema lagunar Joaquín Amaro, El Manguito y Estero San José, se realizó el monitoreo con la evaluación de 11 PMP ubicadas en el municipio de Pijijiapán y Tonalá en lagunas y localidades que conforman el sistema. Se evaluaron bosques de tipo borde, ribereño y de cuenca; en los manglares de tipo borde dominó la especie de *R. mangle* sobre *L. racemosa* y *A. germinans*, existe en este sistema el monitoreo de una PMP que evalúa la estructura de la especie de *A. bicolor* con dominancia sobre *A. germinans*; en los bosques de tipo ribereño se registran bosques monoespecíficos y mixtos de *R. mangle*, y *L. racemosa* sobre *A. germinans*; únicamente se registra un monitoreo de una PMP con bosque tipo cuenca donde predomina *R. mangle*. La evaluación inicia en el año 2010, posteriormente se tienen dos períodos de evaluación (2011 y 2017), realizando un cuarto monitoreo en el año de 2018, (Cuadro 19, Figura 25).

**Cuadro 19. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema de Joaquín Amaro, El Manguito y Estero San José, Chiapas**

Municipio	Localidades	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
PIJIAPAN	CHETOS	BORDE	081PMPCHJA	DOMINANTE	Rm/Lr	81	4	MONITOREO PERMANENTE
	MOSQUITOS		083PMPCHJA		Ag/Rm/Lr	83	4	
			082PMPCHJA		Rm/Ag	82	4	
	LA BALONA		084PMPCHJA		Rm/Lr	84	4	
	LOS PATOS		085PMPCHJA		Lr/Rm/Ag	85	4	
	MANGUITOS		086PMPCHJA		Rm/Lr	86	4	
			087PMPCHJA		Ab/Ag	87	4	
	SAN JOSE	CUENCA	088PMPCHJA		Rm/Lr/Ag	88	4	
	SANTA VIRGINIA	BORDE	080PMPCHJA		Lr/Ag	80	4	
	DIAMANTE	BORDE	079PMPCHJA		Ag/Rm/Lr	79	4	
RIBERENO		078PMPCHJA	Rm/Ag/Lr	78	4			

En las áreas de manglar, se registran dos PMP cercanas a la frontera agropecuaria y otras cuatro PMP cercanas a potreros, en los cuales se observa un avance de la frontera ganadera que ha ido desplazando a los manglares, así como la presencia de vegetación secundaria asociada a los manglares, en este sistema también existen rodales muy bien conservados como sucede en Estero San José, El Manguito y Laguna de Los Patos, esto es muy notable por su estructura y desarrollo de buen porte de estos rodales, establecidos en sitios con precipitaciones menores a 1500mm/año y sin aporte de ríos (Cuadro 20).

**Cuadro 20. Usos del suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de PMP: ausencia (0) y uso del suelo (1)**

PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
081PMPCHJA	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	1	0
083PMPCHJA	Ag/Rm/Lr	1	1	0	0	1	1	0	0	0
082PMPCHJA	Rm/Ag	1	1	0	0	1	1	0	0	0
084PMPCHJA	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	0	0
085PMPCHJA	Lr/Rm/Ag	1	0	0	0	1	1	0	1	0
086PMPCHJA	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	1	0
087PMPCHJA	Ab/Ag	1	1	1	0	1	1	0	0	0
088PMPCHJA	Rm/Lr/Ag	0	0	0	0	1	0	0	0	0
080PMPCHJA	Lr/Ag	1	0	0	0	1	1	1	1	0
079PMPCHJA	Ag/Rm/Lr	1	1	0	0	1	1	0	1	0
078PMPCHJA	Rm/Ag/Lr	0	0	0	0	1	0	0	0	0

### 4.1.10.3. Estructura y composición

La evaluación del área basal del arbolado en pie registró una disminución del valor en relación al año inicial, en donde se registran  $391 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  en el 2010, finalizando la evaluación en 2018 con  $251.1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; se registra en la evaluación de la mortalidad natural un incremento para el 2018 con  $34 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , que significan un 11% del total del área evaluada para ese año, este incremento también se observa en el 2017 con un 9%, los cuales son valores mayores en relación al año inicial de evaluación; en el área basal que representa la extracción forestal se registra al igual que la mortalidad un incremento en 2017 y 2018, con un porcentaje del 4%, porcentaje superior al primer año de evaluación, (Tabla 37, Gráfica 28).

**Tabla 37. Área basal en el sistema de Joaquín Amaro, El Manguito y Estero San José, Chiapas**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal mortalidad natural ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Árboles extraídos ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal Total ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )
1	2010	391.0	15.4	5.7	412.0
2	2011	430.0	1.9	0.2	432.1
3	2017	266.6	29.2	12.0	307.8
4	2018	251.1	34	11.9	297.1

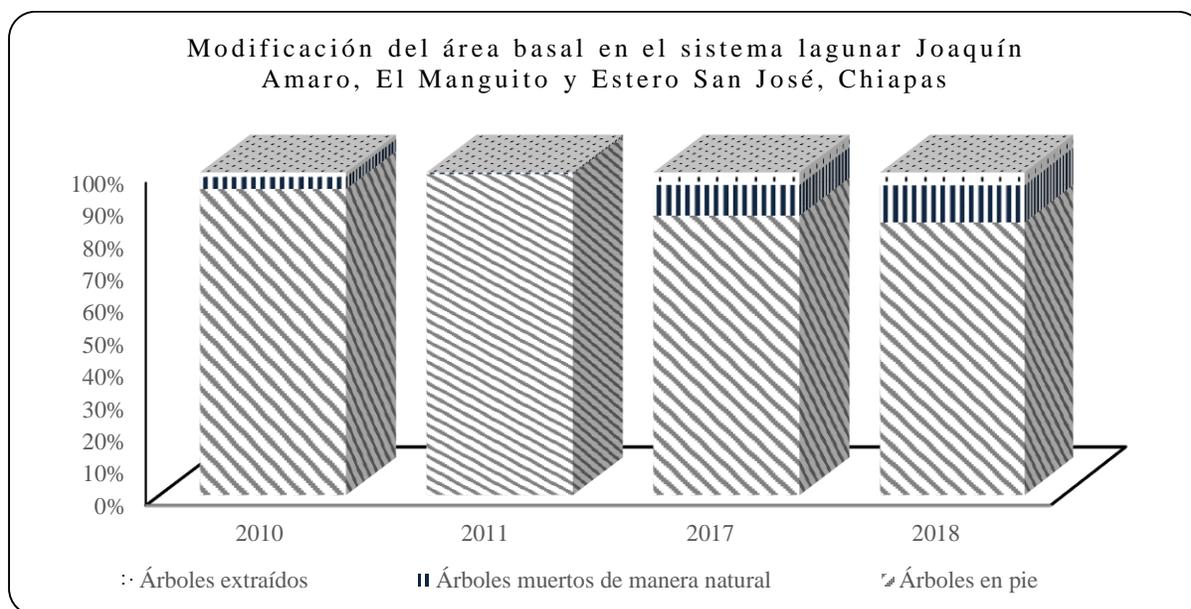
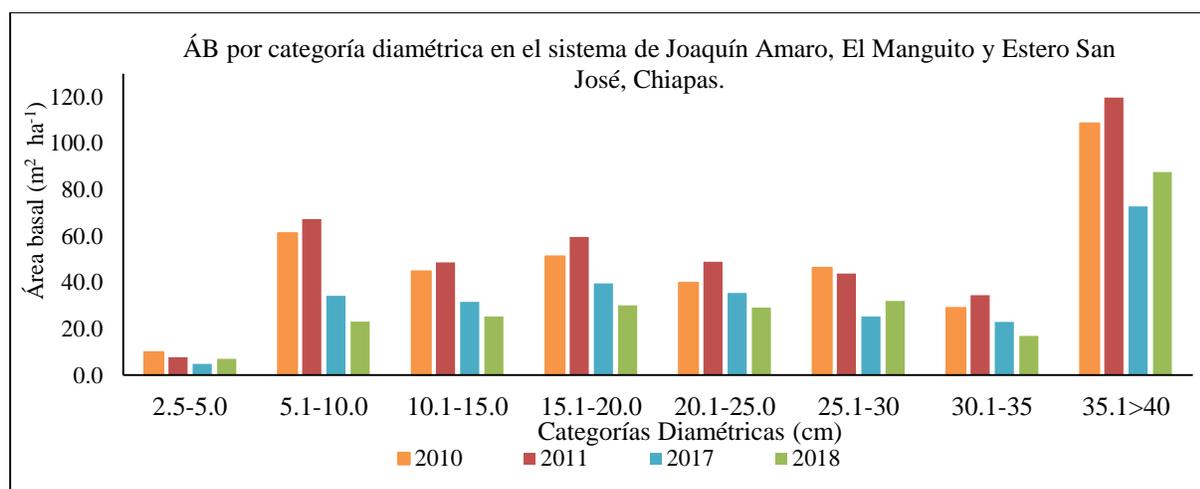


Gráfico 28. Modificación del área basal en el sistema de Joaquín Amaro, Chiapas.

En el área basal por categoría diamétrica se registra en cada una de las categorías analizadas una disminución del valor, esta tendencia de disminución se observa en cada año de monitoreo, siendo los años de 2010 y 2011 en todas las categorías diamétricas los que registraron las mayores áreas basales, mientras que 2017 y 2018 fueron los años con las menores áreas basales en todos los casos. No se observa un incremento en alguna categoría diamétrica, con excepción del arbolado senil (35.1 >40cm). Los menores valores del área basal se presentaron en el arbolado juvenil con diámetros de crecimiento inicial de (2.5 a 5.0 cm), registran una menor disminución del valor que se registra en el primer año de evaluación (Gráfica 29, Tabla 38).

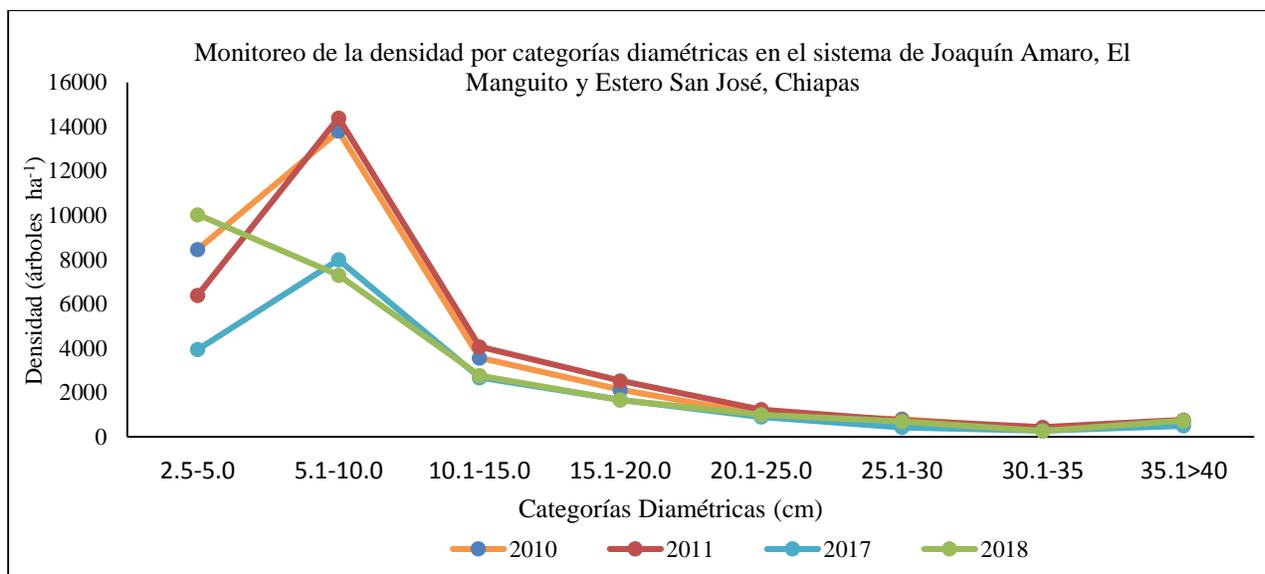


Gráfica 29. Área basal por categoría diamétrica el sistema de Joaquín Amaro, El Manguito y Estero San José Chiapas.

**Tabla 38. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Joaquín Amaro, El Manguito y Estero San José, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	9.9	61.2	44.8	51.2	39.9	46.2	29.0	108.6	391.0
2	2011	7.7	67.3	48.7	59.5	48.9	43.8	34.4	119.7	430.0
3	2017	4.8	34.2	31.6	39.5	35.5	25.3	22.9	72.8	266.6
4	2018	7.1	23.1	25.3	30.1	29.1	32.0	16.8	87.6	251.1

En relación a la densidad por categoría diamétrica se registra una disminución en relación al primer año de evaluación respecto al último periodo de monitoreo para cada una de las categorías analizadas, exceptuando los diámetros de 2.5 a 5.0 cm, que registran un incremento en el último período de evaluación; se observan que las densidades en las categorías diamétricas de arbolado senil (> a 30 cm), son menores en relación a las categorías diamétricas con arbolado en fase juvenil (5.0 cm a 20 cm), y madura de crecimiento (20 a 30.9 cm) (Gráfica 30 y Tabla 39).



Gráfica 30. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema de Joaquín Amaro, El Manguito y Estero San José, Chiapas.

**Tabla 39. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Joaquín Amaro, El Manguito y Estero San José Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	8467	13800	3567	2133	1000	800	367	700	30833.3
2	2011	6400	14400	4067	2533	1233	733	433	767	30566.7
3	2017	3950	8000	2675	1675	900	425	275	500	18400.0
4	2018	10033	7300	2767	1667	1000	700	267	733	24466.7

El diámetro promedio registró durante el primer año de evaluación un diámetro de 11.9 cm, registrando en el último monitoreo un valor similar al año inicial de la evaluación, el cual es de 11.8 cm; con incrementos notables en los años de 2011 y 2017 (12.7cm). La altura total del arbolado registró un incremento constante respecto al año inicial de evaluación variando de 15.3 a 17.1cm entre 2010 entre 2011, 2017 y 2018, para la evaluación de la cobertura arborea se observa una disminución en el valor con 23.3 m<sup>2</sup> en el 2010, finalizando con 18.9<sup>2</sup> m<sup>2</sup> en el 2018, esta misma tendencia de disminución se observan en los valores en la densidad del arbolado en todos los bosques estudiados, incluso en el Índice de Complejidad de Holdridge, el cual se reduce notablemente de 41 a 23; finalmente la cuantificación del número de plántulas en el piso de los bosques, registró también una disminución en relación al año final, sin embargo en 2018 se registra un valor superior con respecto al 2017, al finaliza con 76,000 plántulas/ha<sup>-1</sup> y en 2017, registrar 65,250 plántulas/ha<sup>-1</sup>, (Tabla 40).

Es probable que la elevada mortalidad natural y la extracción de madera en estos bosques hayan influido en un limitado número de plántulas en los bosques en los últimos dos monitoreos.

**Tabla 40. Parámetros estructurales en el sistema de Joaquín Amaro, El Manguito y Estero San José, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2010	11.9	15.3	23.3	3083	41	278,800
2011	12.7	17.6	28.3	3056	45	162,286
2017	12.7	17.6	16.1	1840	22	65,250
2018	11.8	17.1	18.9	2446	23	76,000

En la evaluación final se observa que existe un incremento en árboles que ingresan a una categoría de 2.5 cm, denominados individuos “reclutas”, razón por la cual se registra una mayor densidad para la primer categoría diamétrica (2.5 cm a 5.0 cm), esta condición se observa en la mayoría de las unidades de estudio evaluadas, indicando posiblemente una respuesta del sistema a la presión que está ejerciendo la mortalidad natural, la extracción; así como el avance de la frontera agrícola, incluso la apertura de canales realizadas en años anteriores, registrando un proceso de renovación del bosque al aumentar su regeneración.

#### **4.1.10.3. Diagnóstico del manglar**

Estos bosques son los más heterogéneos de toda la costa de Chipas, debido a su composición y estructura, por igual encontramos bosques juveniles de gran talla como sucede a lo largo del Canal La Conquista donde existen rodales juveniles-maduros de 8-12m de altura de mangle *L. racemosa* y *A. germinans*, que rodales maduros de 10-18 m de *R. mangle-A. germinans*, en las Lagunas: El Mosquito, Los Patos y Chetos; incluso rodales seniles de gran talla de 16-25m de *R. mangle-L. racemosa*, hasta bosques de *A. bicolor- A. germinans* de maduros-seniles de 17-23m de altura en Estero San José(Figura 25). El sistema en su conjunto fue ampliamente alterado posterior al año 2000, cuando se construyó el Canal de La Conquista, el cual modificó ampliamente la entrada de agua proveniente de los ríos De Jesús, Horcones y San Diego, esta obra de 14.5 km de largo, 40m de ancho y 4 m de profundidad, en muchas áreas como los manglares de Laguna del Mosquito y Solo Dios elimino y sigue haciéndolo en grandes áreas de estas lagunas.

Desde 2010-2015 muchas parcelas no habían presentado extracción de madera; por el contrario, durante 2016-2017, se observó una gran extracción de los mejores árboles maduros de *L. racemosa*. Desde el pasado todo el sistema manglar en el área circundante a los cuerpos de agua está constituida por bosques tipo borde-cuenca-ribereños. En estos nueve años han pasado en 2010 de una densidad de 3083 a 2446 árboles/has<sup>-1</sup>, con una sensible disminución en 2017 (1840). En la parte más próxima a la laguna existe una franja de árboles de *L. racemosa* y *mangle*; mientras que hacia la parte Sur y Oeste el sitio da paso a bosque monoespecífico de *R. mangle*, con algunos individuos de *A. germinans*, estos últimos son arbustos de 2.6-4m de altura. En muchos sitios de estos bosques, aun cuando se han abierto una serie de claros por caída de árboles por el viento o por las plagas, en muchos sitios no se observaron plántulas de más de dos años en el suelo, probablemente por la elevación del nivel de inundación en lluvias, donde alcanza hasta 20 cm, así como por la falta de propágulos. En muchos sitios de Estero San José y el Diamante con dominancia de árboles de *R. mangle* y *L. racemosa* se presentan espaciamientos entre 6-10m de distancia, espaciamiento que se ha incrementado en los últimos años, debido a ello existe una gran cantidad arbustos reclutas de ambas especies.

Sin duda la especie más extraída es *L. racemosa* seguida de *R. mangle*, el mangle blanco es ampliamente utilizada para la construcción de empalizadas y tapos para la captura de camarón; mientras que el mangle rojo es utilizado como tablones y polines. En algunos sitios como los potreros aledaños a Laguna del Mosquito y Santa Virginia se talan arboles seniles de *A. germinans* para ampliar los potreros, aquí en el límite de la franja de mangle, desde el pasado había un área semiinundada constituida por vegetación de *Batis marítima*, *Suaeda* sp., *Salicornia* sp., algunas Cyperáceas y Cactáceas, las cuales constituyen una franja de 100-220 m de ancho y unos 350m de largo que sirven de límite a los potreros. En los últimos cinco años los potreros se han extendido llegando hasta el manglar. En 2015 en el área de El Diamante se abrió un canal de 8-10m de ancho y 1.6m de profundidad, para llevar agua del Canal de La Conquista a los cuerpos de agua salinizados del interior, esta obra además de modificar el flujo de agua y dividir dos grandes áreas de manglar, provocó una elevada extracción de madera por la comunidad aledaña, actualmente el canal esta azolvado y abandonado, sin embargo, el impacto es más que evidente sobre el arbolado de *L. racemosa* y *A. germinans*.

En los sitios mejor conservados como: El Manguito y Estero San José, el suelo todo el tiempo está húmedo ha inundado principalmente frente a los esteros y cuerpos de agua, incluso en la época de secas; mientras que en lluvias la inundación se eleva hasta 20 cm, eliminando una gran cantidad de plántulas de *L. racemosa* y *A. germinans*. El suelo en estos bosques está formado por una capa de materia orgánica constituida por gran cantidad de hojarasca y restos de madera y palizada de 10-15 cm de espesor sobre una base de limo y arena fina de hasta 70cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 34-39 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<28 UPS). En estos bosques la humedad y temperatura bajo el arbolado en junio-julio de 2018 fue de aproximadamente 76% y menor a 29°C, lo que demuestra una estabilidad ambiental de los bosques.

*Estos bosques debido al nivel de conservación que registran, se pueden mantener en los siguientes 10 años, siempre y cuando la extracción de madera no se incremente.*

Por el contrario, en los bosques como Santa Virginia, Laguna Mosquitos y Estero Cequeleño-Manguito, donde existe un gran incremento de extracción de madera, en algunos bosques la extracción favorece la aparición de algunas plagas como los descortezadores que eliminan gran cantidad de árboles. La humedad y temperatura bajo el arbolado en junio de 2018 fue de aproximadamente 73% y menor a 29°C, lo que demuestra cierta estabilidad ambiental en este bosque. El suelo en estos bosques está formado por una capa de materia orgánica constituida por hojarasca y restos de madera y palizada de 5-8 cm de espesor sobre una base de limo y arena fina de hasta 30cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 36-46 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<32 UPS). La humedad y temperatura bajo el arbolado en julio de 2018 fue de aproximadamente 68% y mayor a 30°C, lo que demuestra el impacto de la extracción de madera bajo el arbolado, la cual se ha agudizado en épocas recientes (Figura 26).

*Es probable que estos bosques en los siguientes años se deterioren paulatinamente, debido al incremento en la extracción de madera, para uso doméstico y la construcción de empalizadas para la pesca, aun cuando muchos de estos bosques están aislados y lejanos a las comunidades, como sucede en Estero El Espinal, Laguna Los Patos y La Balona. Por el contrario, en los rodales más viejos, es probable que estos rodales se mantengan bajo estas condiciones en los siguientes años debido a que el arbolado es senil y difícilmente aprovechable como postes; así como a la lejanía de las comunidades.*



Figura 26. Extracción de madera en los bosques de Laguna de los Patos y Santa Virginia, esta actividad afecta al arbolado maduro y de mejor porte de *L. racemosa*.

Por el contrario, en los sitios más deteriorados y donde la extracción es elevada o bien se elimina el manglar para la ampliación de los potreros como en El Diamante, Nueva Palestina, Laguna de Chetos y El Mosquito, toda el área ha empezado a sufrir los efectos del pastoreo por el ganado, el paso de personas y a la tala del arbolado (Figura 27), en estos bosques el suelo todo el tiempo está seco y muy compacto, con poca inundación incluso en la época de lluvias.

El suelo está formado por una capa de materia orgánica muy pobre de hojarasca y restos de madera y palizada de 2-3 cm de espesor con mínimos de limo y arcilla, sobre una base de arena fina de hasta 60cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 42-54 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<38 UPS).

*Bajo estas condiciones, estos bosques pueden desaparecer o se reduzcan a manchones aislados constituidos por *A. germinans*-*L. racemosa* en los siguientes cinco años, debido a las condiciones ambientales tan extremas que prevalecen en los rodales. La humedad y temperatura bajo el arbolado en julio de 2018 fue de aproximadamente 55% y mayor a 32°C, lo que demuestra la inestabilidad ambiental de los rodales (Figura 27).*



Figura 27. Deforestación del arbolado de *A. germinans* para ampliar los potreros en la periferia de Laguna de Chetos, Francisco I. Madero y El Diamante.

#### 4.1.11 Sistema lagunar Buenavista La Joya

##### 4.1.11.1. Monitoreo del Manglar



Figura 28. Es uno de los sistemas de manglar más deteriorados de la costa de Chiapas, con algunas áreas donde esta vegetación está muy perturbada.

En el sistema lagunar de Buena Vista La Joya en el municipio de Tonalá, se realizó el monitoreo de los bosques de manglar en cuatro PMP, la cuales son de tipo cuenca (3 PMP), y una PMP tipo borde; en los bosques de cuenca predomina *A. germinans* asociada a *R. mangle* y *L. racemosa*, mientras que en los bosques de borde la especie dominante es *R. mangle*. El monitoreo se realizó en cuatro períodos, iniciando en 2010, posteriormente en 2011 y 2017, realizando la última evaluación en 2018, (Cuadro 21, Figura 28).

Cuadro 21. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema lagunar Buena Vista-La Joya, Chiapas								
Municipio	Localidad	IDPMP	Tipo	Fisonomía	Asociación	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
TONALA	BUENA VISTA	091PMPCHJB	CUENCA	DOMINANTE	Ag/Lr	91	4	MONITOREO PERMANENTE
		090PMPCHJB			Rm/Lr/Ag	90	4	
	092PMPCHJB	MONOESPECIFICO		Ag	92	4		
	093PMPCHJB	RIBERENO		DOMINANTE	Rm/Lr	93	4	

En el área de estudio se registra en una PMP la cercanía con áreas ganaderas y agrícolas y se observa vegetación secundaria tipo matorral halófito como *Batís marítima*, *Suaeda* sp., *Salicornia* sp., dentro y cercana al área del manglar, debido a que con excepción del sitio de borde el restos son sitios sumamente salinizados, donde parte de la vegetación de mangle sed ha ido muriendo a lo largo de los últimos cinco años, (Cuadro 22).

PMP	Asociación	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
091PMPCHJB	Ag/Lr	0	0	0	0	1	0	1	0	0
090PMPCHJB	Rm/Ag/Lr	0	0	0	0	1	0	1	0	0
092PMPCHJB	Ag	0	1	0	0	1	0	1	0	0
093PMPCHJB	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	1	0

#### 4.1.11.2. Estructura y composición

La evaluación del área basal del arbolado en pie mostró una disminución en relación al año inicial de evaluación con 113.9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> en 2010, finalizando con un valor de 88.0 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, aun cuando se presenta esta disminución, el valor de 2018 es mayor que el obtenido en 2017. El área basal correspondiente a los árboles muertos de forma natural no existe en toda la evaluación un incremento superior al 5%, este valor es tan bajo, que incluso en el último monitoreo no se registró mortalidad natural en el sitio. Mientras que en el área basal por extracción de madera de los rodales el valor no superó el 1% el área basal total evaluada, incluso en 2017 y 2018 no se registra extracción forestal, (Tabla 41, Gráfica 31).

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	113.9	0.3	0.2	114.4
2	2011	100.7	4.8	0.6	106.1
3	2017	83.5	3.1	-	86.5
4	2018	88.0	-	-	88.0

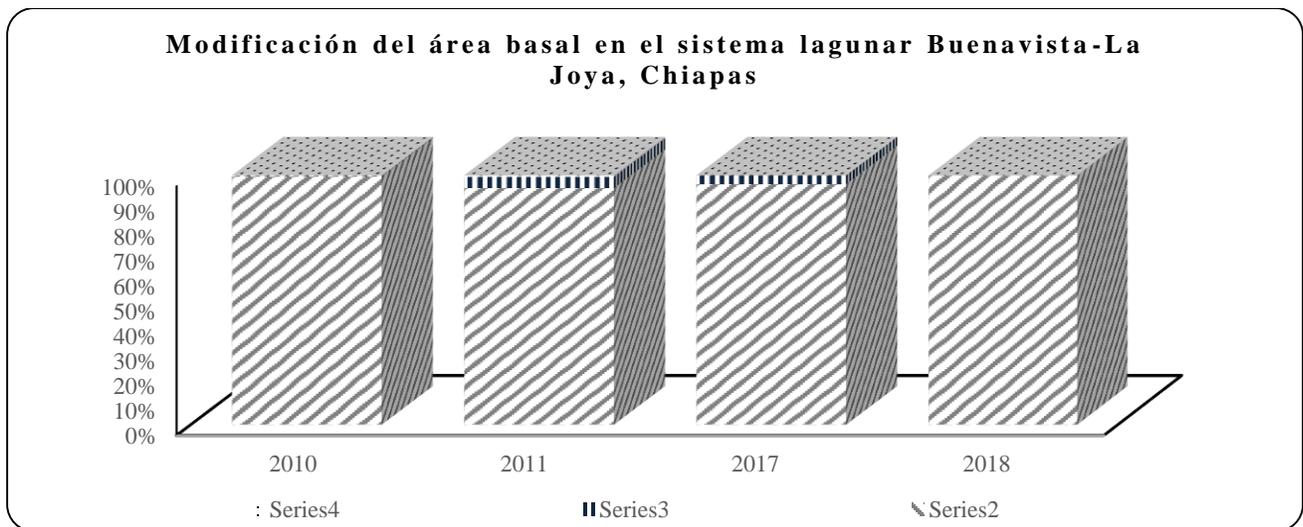
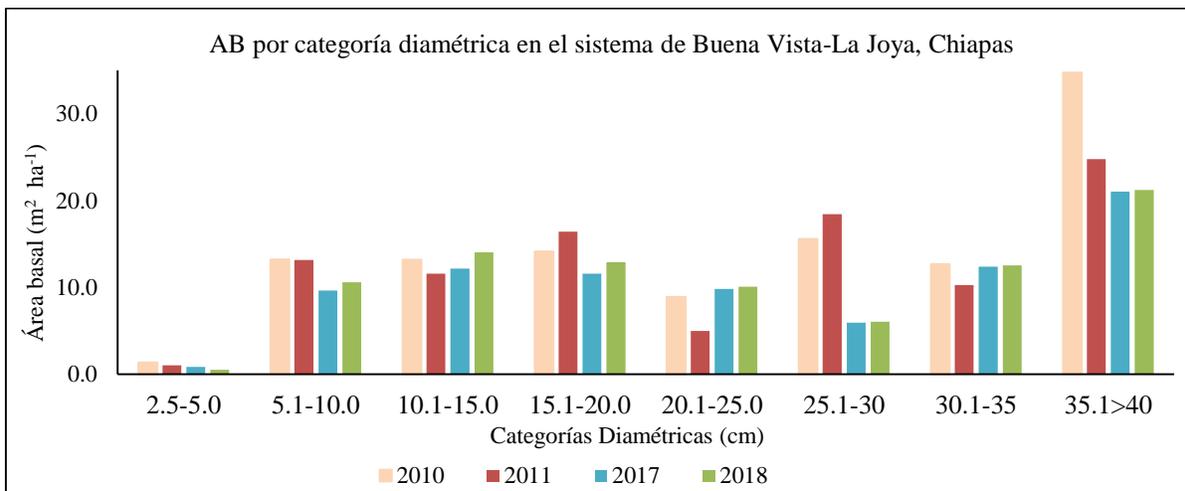


Gráfico 31. Modificación del área basal en el sistema Buenavista-La Joya, Chiapas.

En relación al área basal por categoría diamétrica se registró en la categoría inicial de crecimiento el diámetro mínimo de todas las categorías, aun cuando el número de árboles es muy superior al resto de las categorías con diámetros de 2.5 a 5.0 cm, sin embargo, en la categoría juvenil (10.1 cm a 20.0 cm), se observa un incremento notable del área basal en la evaluación final en relación a las evaluaciones anteriores, este incremento es bajo en el arbolado en fase madura de crecimiento, (20.1 cm a 25.0 cm), mientras que en arbolado senil se registra una disminución del valor en relación al primer año de evaluación. Como en otros rodales de la costa de Chiapas, el mayor valor del área basal lo registró la categoría diamétrica senil en 2010, disminuyendo en los siguientes años, (Gráfica 32, Tabla 42).

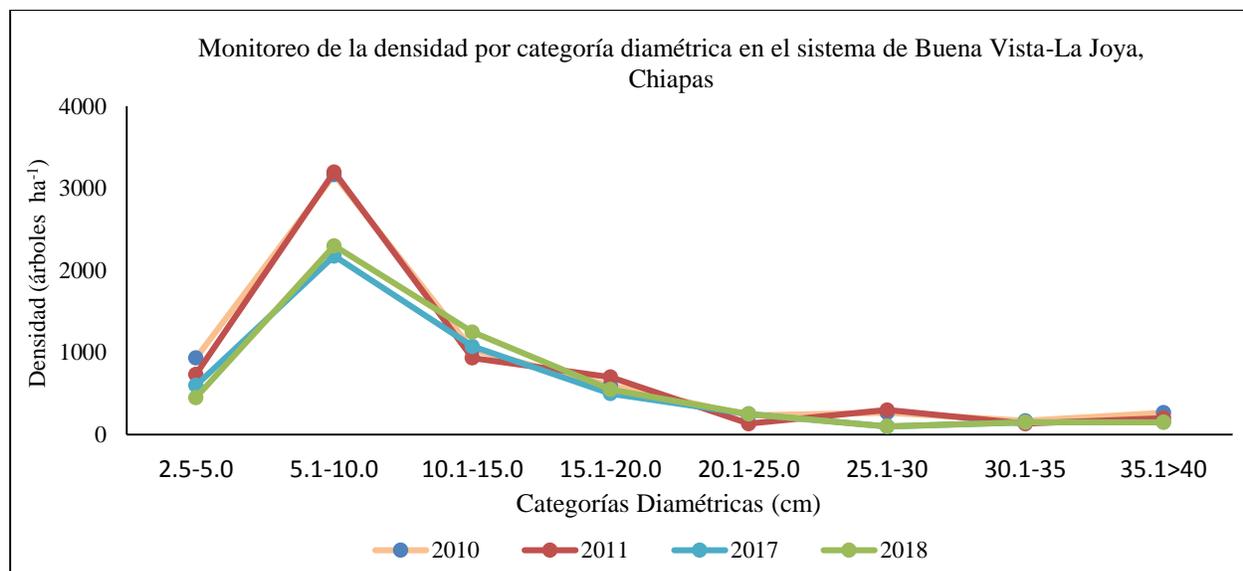


Gráfica 32. Distribución del área basal por categorías diamétricas en el sistema Buenavista-La Joya, Chiapas.

**Tabla 42. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema Buenavista-La Joya, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	1.4	13.2	13.2	14.2	8.9	15.6	12.7	34.7	113.9
2	2011	1.0	13.2	11.6	16.4	5.0	18.4	10.3	24.8	100.7
3	2017	0.8	9.7	12.2	11.6	9.8	6.0	12.4	21.0	83.5
4	2018	0.5	10.6	14.0	12.9	10.1	6.1	12.6	21.2	88.0

En relación a la densidad por categoría diamétrica para los árboles juveniles, se registró una fuerte disminución en la densidad en la fase inicial de crecimiento (2.5 cm a 10 cm), y un aumento fuerte en la densidad para los árboles en la categoría juvenil-maduro (5.1 a 10.0 cm), incluso este incremento se presenta también en el arbolado maduro (15.1 a 25 cm), y una disminución en arbolado senil con diámetros mayores a los 35 cm, (Gráfica 33, Tabla 43). Este comportamiento se debe a la elevada extracción de varas en las clases diamétrica de los árboles juveniles y la caída por el efecto del viento en las clases más grandes en todo este rodal.



Gráfica 33. Densidad del arbolado en el sistema Buena Vista-La Joya, Chiapas.

**Tabla 43. Densidad de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema de Buenavista-La Joya, Chiapas**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	933	3167	1033	600	233	267	167	267	6666.7
2	2011	733	3200	933	700	133	300	133	200	6333.3
3	2017	600	2175	1075	500	250	100	150	150	5000.0
4	2018	450	2300	1250	550	250	100	150	150	5200.0

En el diámetro promedio no se observó variabilidad en cada una de las evaluaciones realizadas, de esta manera se registran valores similares en el año final y el año inicial del monitoreo, generando un promedio de 12.8 cm, con un segundo valor en 2011 de 12.5 cm; probablemente esto se debe a que la densidad del arbolado juvenil es baja y solo los arboles maduros o seniles aportan mayor diámetro al total del rodal. Para la altura total del arbolado se registró un incremento respecto al año inicial de evaluación con 10.8 m para el 2010 a 13.8 m para el 2018, indicativo de la monotonía de estos rodales en cuenta a desarrollo de la estructura. En relación a los valores obtenidos para la cobertura arbórea este valor disminuyó de 20.4 m<sup>2</sup> en 2010 a 15.4 m<sup>2</sup> para el 2018; puede ser producto de la pérdida de la densidad del arbolado a lo largo del periodo de estudio, esta tendencia de disminución se observa en los valores de la densidad, así como en el Índice de Complejidad de Holdridge, sin embargo, en este último no es considerable al tener en 2010 un valor de 10.8 y disminuir en 2018 a 10.6; finalmente en la evaluación de la regeneración natural se observa un decremento en relación al año inicial con un valor de 32, 667 plántulas/ha<sup>-1</sup> en 2010 y un valor de 20, 667 en 2018, destacando el mes de noviembre del año de 2011, donde se registró una gran densidad de plántulas en el piso de los bosques, principalmente de *A. germinans* y *L. racemosa* (Tabla 44).

**Tabla 44. Parámetros estructurales en el sistema de Buena Vista-La Joya, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (arboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2010	12.8	10.8	20.4	6667	10.8	32,667
2011-1	12.5	11.9	20.8	6333	9.2	18,667
2011-2	12.5	13.9	18.5	5000	9.8	50,049
2017	12.8	13.8	15.4	5200	10.6	20,667

#### 4.1.11.3. Diagnóstico del manglar

En los rodales de laguna La Joya y Buenavista predomina la vegetación de *A. germinans* hasta en un 74%, con algunos manchones de *L. racemosa* la mayoría de ellos en estado juvenil sumamente deteriorados. En algunos sitios donde la salinidad del suelo es >70UPS el mangle negro desaparece, siendo sustituido por grandes manchones de *Batis marítima*, *Salicornia* sp. y *Suaeda* sp. La vegetación está constituida por arbolado maduro a senil de *A. germinans* dispersos en espacios donde el suelo esta salinizado, mezclados en los bordes con algunos árboles juveniles de *L. racemosa* y *C. erectus* fuertemente alterados. Existen algunos árboles de *L. racemosa* y *A. germinans* muertos en pie y en el suelo. En el pasado 2010-2012, presentaba una mayor densidad de árboles de mangle blanco y botoncillo, desafortunadamente en los últimos años este arbolado fue extraído para la construcción de empalizadas y “tapos camaroneros”, dejando una densidad mínima de árboles de mangle negro en el sitio. Actualmente en los rodales se observan gran cantidad de tocones. En los últimos dos monitoreos no se han encontrado plántulas en el suelo, posiblemente porque se ha visitado el sitio en la época de secas (febrero-abril), periodo en el cual existe una elevada salinidad en el suelo y agua de todo el sistema, adicionalmente debido a que el arbolado de mangle *A. germinans* son árboles viejos; lo que indica las críticas condiciones del sitio.

En el último monitoreo realizado durante el mes de junio 2018 no se registraron plántulas de *A. germinans*. El suelo estaba ligeramente inundado y con una salinidad intersticial de 56UPS. El suelo del sitio está constituido por una escasa capa de materia orgánica constituida por hojarasca de mangle negro de 2-3cm de espesor sobre una base de arena fina-media, toda el área presenta elevados niveles de salinidad intersticial, principalmente en la época de secas, donde suele alcanzar valores (>70 UPS). En la parte NW de *R. mangle* de este sistema lagunar existe una franja de árboles seniles de *L. racemosa* de gran tamaño. Los cuales actualmente están derribados por el viento. En el resto del sistema la vegetación está constituida por arbolado maduro a senil de *R. mangle*, posterior a esta área existen algunos canales de reducidas dimensiones, los cuales permiten ingresar agua al interior de la franja, donde existe arbolado juvenil-maduro de *R. mangle*, el cual está separado por un pequeño canal que discurre hacia el norte y NW. El arbolado comprende arboles dispersos de gran tamaño de copas, separados por un gran conjunto de raíces, también existen algunos árboles muertos sobre el suelo, donde se ha acumulado gran cantidad de hojarasca y restos de palizada.

En los últimos 10 años en todo este sistema lagunar se ha extraído buena cantidad de madera de mangle rojo, blanco y botoncillo, lo que ha disminuido la densidad del arbolado, incluso fuera del sitio en la parte Sur y SW antiguamente existía una franja amplia de mangle blanco, la cual en la actualidad se ha reducido en forma considerable.



Figura 29. En La Joya-Buenavista, se extrae gran cantidad de madera de mangle blanco en exceso para la construcción de los tapos para la pesquería de camarón.

Gran parte de la madera extraída se utiliza para la construcción de empalizadas y “tapos camaroneros” de los cuales en el área existen por lo menos cuatro de una gran longitud. Anualmente se reemplaza la madera de estas estructuras antes de que las larvas de camarón lleguen del mar, ocasionalmente se han contabilizado hasta 760 árboles de mangle blanco en la reconstrucción de un tapo (Figura 29). El suelo en los sitios de mangle rojo y blanco es más rico en materia orgánica, está constituido por una capa de hojarasca de 10-12cm de espesor sobre una base de limo y arena media, el área presenta niveles de salinidad intersticial de 30-36 UPS, mientras que, en la época de secas, suele alcanzar valores (>50 UPS).

En Laguna de La Joya el manglar a futuro tiende a desaparecer producto de la excesiva extracción de madera y a la salinización del suelo; incluso dentro de los rodales existen varios caminos producto del acarreo de la madera extraída por los pescadores. En laguna Buenavista todo el borde de la laguna está cubierto por *R. mangle* asociado con algunos individuos de *L. racemosa* seniles. También aquí existe gran extracción de madera y adicional a la presencia de fuegos intencionales. En el pasado este sitio presentaba una mayor densidad; desafortunadamente en los últimos años se ha extraído gran cantidad de varas, polines y postes de mangle blanco, rojo y botoncillo, los cuales también son utilizados para las cercas en los potreros aledaños, esto ha provocado que en la actualidad vayan quedando solo los árboles más viejos y deteriorados los cuales tienen una baja capacidad de producción de propágulos dentro del área de estudio.

#### **4.1.12. Sistema lagunar Mar Muerto**

##### **4.1.12.1. Monitoreo del Manglar**



Figura 30. Al paso del huracán “Manuel” en 2012, los manglares de Mar Muerto fueron afectados.

En el sistema lagunar de Mar Muerto en el municipio de Tonalá se realizó el monitoreo de los bosques de manglar en cinco PMP, correspondiente a bosques de tipo borde, predominando bosques dominantes de *A. germinans* sobre *C. erectus*, *L. racemosa* y *R. mangle*, mientras que en una PMP 096 se registró la evaluación con la presencia de *A. bicolor* asociada a *R. mangle*. El monitoreo se realizó en cuatro períodos, iniciando en 2010, posteriormente en 2011 y 2017, realizando la última evaluación en 2018, (Cuadro 23, Figura 30).

Municipio	Localidad	IDPMP	Tipo	Fisonomía	Asociación	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
TONALA	MAR MUERTO	097PMPCHMM	BORDE	MONOESPECIFICO	Ag	97	4	MONITOREO PERMANENTE
		098PMPCHMM		DOMINANTE	Ag/Rm/Lr	98	4	
		096PMPCHMM			Rm/Ab	96	4	
		095PMPCHMM			Ag/Ce/Lr	95	4	
		094PMPCHMM			Ag/Ce	94	4	

En el área de estudio se registró en tres PMP áreas con presencia de potreros y agrícola, así como la presencia de caminos de terracería que facilitan el acceso a los manglares, (Cuadro 24).

PMP	Asociación	Desarrollo Antrópico	Agrícola - Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
097PMPCHM M	Ag	0	0	0	0	1	0	0	1	0
098PMPCHM M	Ag/Rm/Lr	0	0	1	0	1	0	0	1	0
096PMPCHM M	Rm/Ab	1	0	1	0	1	1	0	0	0
095PMPCHM M	Ag/Ce/Lr	1	0	1	0	1	1	0	0	0
094PMPCHM M	Ag/Ce	1	1	0	0	1	1	0	1	0

#### 4.1.12.2. Estructura y composición

La evaluación del área basal del arbolado en pie registro una disminución en relación al año inicial con  $189.4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  en 2010, finalizando con un valor de  $100.1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , aun cuando se presenta esta disminución, el valor de 2018 es mayor que el obtenido en 2017 y se debe principalmente al proceso de regeneración que se está presentando en el área evaluada al incluir árboles que han alcanzado el diámetro de 2.5 cm. Con respecto al área basal correspondiente a los árboles muertos de forma natural, existe un incremento significativo a partir del 2017 ocupando un 32.4% (43.4) y en 2018 un 19.1% ( $27.3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), del total del área basal evaluada.

Este incremento también se corresponde con un incremento en el área basal de los árboles extraídos, al incluir para 2017 un porcentaje del 11% ( $15.2 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), del total del área basal evaluada, el cual se mantiene para el año 2018, (Tabla 45, Gráfica 34). Estos incrementos registrados en los últimos dos monitoreos probablemente se deben a un deterioro paulatino de estos bosques debido al paso de algunos huracanes como sucedió en 2012, 2013 y 2015, situación que ha provocado la mortalidad de buena cantidad de el arbolado senil.

**Tabla 45. Área basal en el sistema de Mar Muerto, Chiapas**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal mortalidad natural ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Árboles extraídos ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal Total ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )
1	2010	189.4	0.8	12.6	202.7
2	2011	157.3	0.2	7.5	165.0
3	2017	75.3	43.4	15.2	133.9
4	2018	100.1	27.3	15.8	143.2

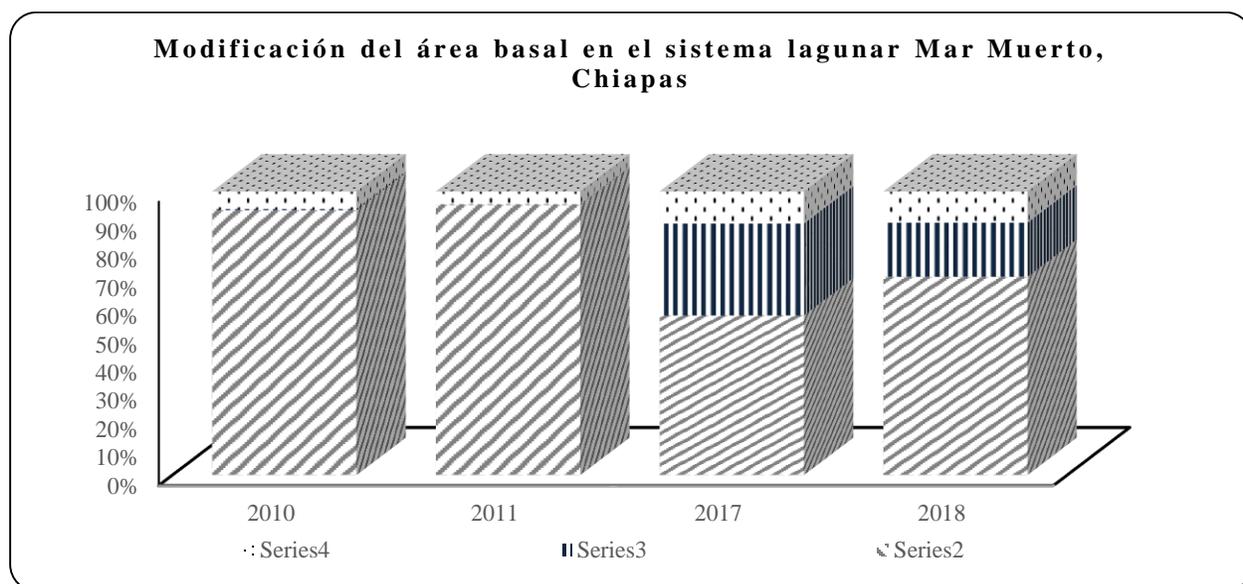
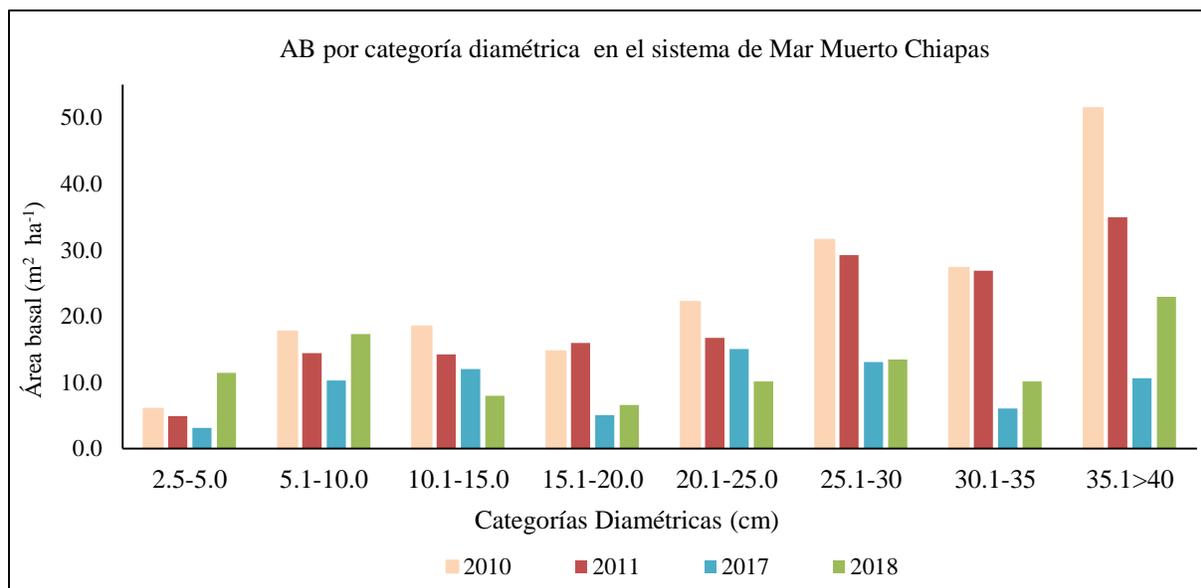


Gráfico 34. Modificación del área basal en el sistema de Mar Muerto, Chiapas.

En el área basal por categoría diamétrica se registró, con excepción de la primera categoría una disminución paulatina a lo largo del tiempo en todas las categorías, siendo sobresaliente el año de 2017 la pérdida de área basal. En la categoría inicial de crecimiento con diámetros de 2.5 a 5.0 cm, se observó un incremento del valor con relación al año inicial de evaluación, mientras que en la categoría de 5.1 a 10 cm, el valor se sostiene del año inicial al año final de la evaluación.

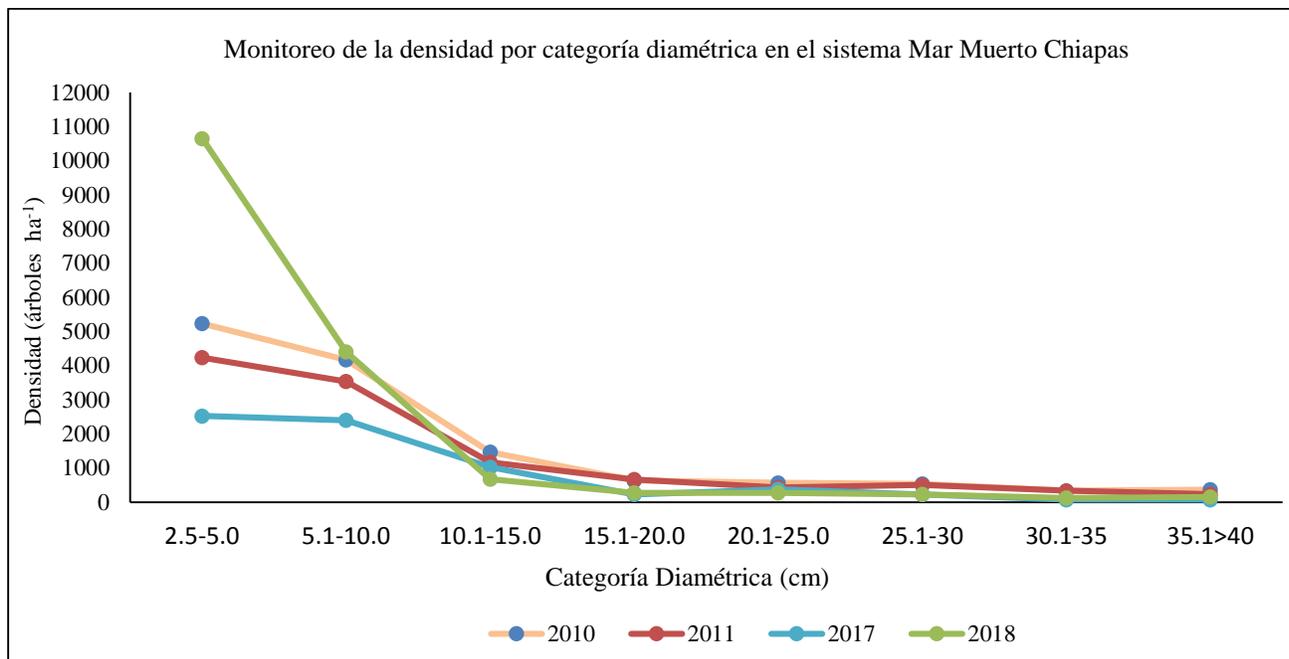
En arbolado en fase juvenil de crecimiento (10.1 cm a 20.0 cm), existe también una disminución de los valores del área basal, esta tendencia de disminución se observa en arbolado maduro y arbolado senil, (Gráfica 35, Tabla 46). Siendo el año de 2010 excepcional por su aporte al área basal en todas las categorías.



Gráfica 35. Área basal por categoría diamétrica en el sistema Mar Muerto, Chiapas.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	6.0	17.7	18.5	14.7	22.2	31.5	27.3	51.5	189.4
2	2011	4.9	14.4	14.2	16.0	16.7	29.2	26.9	35.0	157.3
3	2017	3.1	10.3	12.0	5.1	15.0	13.1	6.1	10.6	75.3
4	2018	11.5	17.3	8.0	6.6	10.1	13.5	10.1	23.0	100.1

En relación a la densidad por categoría diamétrica se registra un comportamiento similar al área basal con un incremento en la fase inicial de crecimiento (2.5 cm a 10 cm), así como una disminución de la densidad en arbolado juvenil (10.1 a 20 cm), y en arboles maduros a seniles, (Gráfica 36, Tabla 47).



Gráfica 36. Densidad del arbolado en el sistema Mar Muerto, Chiapas.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	5233	4167	1467	633	567	533	333	367	13300.0
2	2011	4233	3533	1167	667	433	500	333	233	11100.0
3	2017	2525	2400	1025	225	375	225	75	75	6925.0
4	2018	10650	4400	675	275	275	225	125	150	16775.0

El diámetro promedio el valor disminuye de 10.1 cm en 2010 a 7.9 cm en 2018; mientras que en la altura total del arbolado se registró un incremento respecto al año inicial de evaluación con 8.6 m para el 2010 a 9.8 m para el 2018, Por otro lado, en relación a los valores obtenidos en la cobertura arbórea este valor disminuye de 16.8 m<sup>2</sup> en 2010 a 12.2 m<sup>2</sup> en el 2018; esto probablemente se debe a la disminución de la densidad en el arbolado de las clases diamétricas de árboles maduros a seniles a lo largo del estudio (Figura 31). Como lo demuestra el incremento en la densidad del arbolado entre el año inicial del monitoreo (1330 a 1677 árboles ha<sup>-1</sup>), con una fuerte disminución en la densidad durante el año de 2017.

Esto probablemente induce una disminución en los valores del Índice de Complejidad de Holdridge al pasar de 32.2 a 27.2 con una elevada reducción en 2017; finalmente la evaluación de la regeneración natural se observa un decremento en relación al año inicial con un valor de 340, 000 plántulas/ha<sup>-1</sup> en 2010, a un valor muy inferior de 43, 200 en 2018, probablemente esto se debe a la elevada salinidad en el suelo en todos los sitios estudiados (Tabla 4).

**Tabla 48. Parámetros estructurales en el sistema de Mar Muerto, Chiapas**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2010	10.1	8.6	16.8	1330	32.2	340,000
2011-1	9.9	9.7	16.4	1110	25.4	92,667
2011-2	9.1	9.8	9.4	692	10.2	59,000
2017	7.9	9.8	12.2	1677	27.2	43,200

#### 4.1.12.3. Diagnóstico del manglar

En este sistema lagunar, existen áreas constituidas por bosques de borde a lo largo de la orilla de los cuerpos de agua y los esteros, en franjas no mayores de 10-20 m y constituidos por *R. mangle* y algunos árboles de *L. racemosa*, seguidos de amplios espacios por bosques de cuenca cubiertos por *A. germinans* en el área de Mar Muerto, La Piñuela y el Estero Esteban Alonso. En el pasado esta área estaba cubierta por un bosque maduro de 6 a 9 m de altura, constituido hasta en un 76% por árboles de *A. germinans*, y 24% de *L. racemosa* (Tovilla et al 2007), el cual en los años de 2012 y 2013, con el paso de los huracanes “Manuel” y “Bárbara” fue eliminado en un 45%, quedando algunos árboles maduros, juveniles y una buena cantidad de árboles derribados e inclinados, de estos últimos muchos se recuperaron; mientras que los árboles derribados se han ido pudriendo en su totalidad. Actualmente, en las áreas más afectadas el área está constituida por un bosque juvenil de *A. germinans*, de 2 a 5m de altura. Presenta una elevada densidad de arbolado juvenil, incluso en el último monitoreo se registró una buena cantidad de árboles reclutas (>2.5cm) (Figura 31). En el pasado se registró la extracción de muchos árboles de mangle blanco, actualmente no se observó extracción, por el contrario, existe una elevada mortalidad natural, principalmente del arbolado juvenil y juvenil-maduro, como parte del proceso de selección natural.

El suelo del área de Mar Muerto está constituido por una capa de limo muy fangoso de 30-50cm de espesor sobre una base de arena media a fina, debido a la falta de aporte de ríos, toda el área presenta elevados niveles de salinidad intersticial, principalmente en la época de secas, donde suele alcanzar valores (>65 UPS).

*Toda el área tiene buenas perspectivas de mantenerse y recuperarse completamente en los siguientes años. Probablemente el mayor riesgo sea el incremento de la salinidad en el suelo, el cual puede ser una amenaza potencial en los siguientes años ante el cambio climático. El viento es otro factor de impacto a lo largo del año, el cual es muy fuerte durante los meses de noviembre hasta abril en toda el área. Otro factor adverso es la presencia de huracanes como sucedió en 2012 y 2013.*



Figura 31. En Laguna de Mar Muerto, al paso de los huracanes “Manuel” y “Barbara”, el bosque se ha recuperado, en la actualidad predomina un bosque juvenil-maduro.

Por el contrario, en los bosques situados hacia el SE de Mar Muerto, sobre el canal Vuelta Rica-Allende del lado de la playa, existe un cambio en la sucesión de especies: *R. mangle* en la orilla del estero, en sitios inundados estacionalmente aparece *A. germinans* formando manchones; mientras que en los sitios más salinos aparece gran cantidad de *Batis marítima*, y *Salicornia sp.*, también algunas ciperáceas como *Cyperus canus*. Hacia el interior en las zonas más elevadas aparece *L. racemosa* y *C. erectus* asociado a una gran franja de selva mediana subperenifolia. En 2009-2010 el área estaba cubierta por un bosque juvenil-maduro-senil de 8 a 15m de altura, constituido en un 34% por *R. mangle*, 25% por *A. germinans*, 16% de *L. racemosa*, un 14% de *C. erectus* y 11% de *A. bicolor*, a partir del paso de los huracanes, con la caída de hasta un 39% del arbolado, esta proporción cambió radicalmente, incrementándose la densidad de mangle rojo. Actualmente existe una proporción de un 45% de mangle rojo, 30% de mangle negro, 12% de mangle blanco, 11% de mangle botoncillo y 2% de *A. bicolor*.

Muchos de los árboles maduros y seniles de *A. bicolor* han desaparecido, quedando restos del arbolado muerto en el suelo. Como resultado de la caída de árboles por el paso de los huracanes, el suelo está cubierto en la parte Norte y Este por restos de grandes árboles de *A. germinans* y *L. racemosa* derribados o inclinados por el paso de los vientos, muchos de los cuales se han podrido. Actualmente toda el área donde existe inundación estacional o permanente dentro de las hondonadas y hacia la periferia están cubiertos por gran cantidad de árboles juveniles de 2-7m de altura, principalmente de *R. mangle* y algunos de *A. germinans*.

Al realizar el último monitoreo junio de 2018, se registró una gran cantidad de árboles reclutas (>2.5cm). En la parte Sur y Oeste de la parcela existe una elevada cobertura del suelo por el arbolado, los nuevos reclutas han cubierto toda el área con una elevada densidad de individuos. Esta área se ha recuperado completamente posterior al paso de los huracanes, incluso parece que el establecimiento de *R. mangle* indica que la salinidad intersticial se ha reducido en forma considerable. El suelo está constituido por una capa de limo-arcilla de 10-20 cm de espesor sobre una base de arena media, debido a la falta de aporte de ríos, toda el área presenta elevados niveles de salinidad intersticial, principalmente en la época de secas, donde suele alcanzar valores (>50 UPS).

En la margen derecha del Canal Vuelta Rica-Allende, alejado de los canales, aparece una gran franja de selva baja, que había asociada a los árboles de mangle botoncillo, el mezquite *Prosopis juliflora*, *Jaquinia aurantiaca*, *Gliriciria sepium* y *Guazuma umbifolia*, en algunos sitios actualmente el suelo está cubierto por *Batis marítima*, *Salicornia sp.*, y algunas ciperáceas, principalmente durante el estiaje, el agua estancada se evapora salinizándose el suelo. Sobre las áreas más húmedas e inundadas aparece arbolado senil de hasta 22m de altura *L. racemosa* y *C. erectus*. En la parte más baja hacia la zona inundada y con niveles altos de salinidad en el suelo aparece *A. germinans*. Sobre el área de selva baja que fue derribada entre 2010-2012 actualmente existen varios potreros (Figura 32), los cuales hasta en dos ocasiones han modificado la línea de alambre hacia el manglar, lo que ha ocasionado la pérdida de áreas de manglar de *C. erectus*. Desafortunadamente, nunca debió de establecerse estas actividades en estas áreas, debido a que carecen de agua dulce, por lo que a diario se acarrea agua dulce desde la comunidad de Vuelta Rica distante 1.7km del sitio, incluso el pastizal está muy deteriorado. *Esta área bajo estas condiciones en los siguientes años el área tiende a desaparecer por el avance de la ganadería.*



Figura 32. El uso de la madera de *L. racemosa* y *C. erectus* como postes en los potreros, provoca la pérdida de áreas de manglar en la zona de El Capulín, Vuelta Rica y Allende.

## 5. CAUSAS DE LA PÉRDIDA DE ÁREAS DE MANGLAR EN CHIAPAS

Aun cuando la superficie de manglar en los últimos años se ha incrementado ligeramente y contrariamente a lo que afirman (Rodríguez et al 2013) y Valderrama –Landeros et al (2017), actualmente la superficie de manglar con un grado de impacto severo a moderado sigue creciendo en todo el litoral de esta entidad (Tovilla y Romero 2012; Tovilla et al 2013; 2014, Romero Berny 2013; Santamaría 2014). Existen 12 actividades antrópicas y naturales que están provocado pérdidas de manglar: 1). La deforestación y mal manejo de las cuencas, 2). La rectificación de los ríos, 3). Modificación y desvío de flujos de agua en pantanos, esteros y lagunas costeras, 4). El Azolvamiento, 5). Dragados en ríos y lagunas costeras, 6). Expansión de ganadería, agricultura y plantaciones de caña y palma africana, 7). Establecimiento de granjas camaroneras, 8). Introducción de vías de comunicación y tendidos eléctricos, 9). Introducción de aguas residuales y agroquímicos, 10). Tala y extracción de madera y leña de mangle, 11, (Figura 32). Cambio climático, 12). Apertura de marinas y ampliación de recintos portuarios (Pulido y Tovilla 2002; Tovilla 2006; Romero 2013; Carbajal 2014; Santamaría 2014; Gálvez 2017).

En la Tabla 49 se enlistan las principales perdidas en los municipios de Pijijiapán y Tonalá, la actividad que provocó el daño, las especies de mangle afectadas, la institución/comunidades/colectivos/personas responsables del daño, el año de la obra y las coordenadas. Hasta en un 86% de los casos, el agente que tomó la decisión de realizar la obra y financiarlas fueron instituciones del gobierno federal, como: La Comisión Nacional del Agua CONAGUA; La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP, Comisión de Acuicultura y Pesca CONAPESCA, La Comisión Federal de Electricidad CFE, Secretaría de Desarrollo Social SEDESOL; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA; Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT, La Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT, La Secretaría de Turismo SECTUR y La Secretaría de Marina SEMAR, entre otras; así mismo han participado instituciones estatales como: El Gobierno Del Estado de Chiapas, Secretaría de Pesca (SEPESCA), Secretaría del Campo (SC), los municipios, las comunidades, las cooperativas pesqueras, campesinos y particulares.

Durante los últimos 10 años las evaluaciones en campo, indican una pérdida en todos los manglares de este estado. Los cuatro municipios que más han perdido áreas de manglar son: Pijijiapán, con 1183.8 has, seguido por Tonalá con 1067.2; Arriaga con 630.9, Acapetahua con 458.4 has, posteriormente se ubican Tapachula y Mazatán con menos de 200 has y Suchiate, Mapastepec, Huixtla y Villa Comaltitlán con <100 has (Tovilla y Romero 2012; Tovilla et al 2011; 2013; Santamaría 2014) (Tabla 49).

Un ejemplo de este proceso son los rodales de Joaquín-Amaro-Los Patos Solo Dios y Carretas-Pereyra, donde las pérdidas han sido más cuantiosas, principalmente por el mal manejo de las microcuencas, el desvío y rectificación del curso de los ríos del municipio (Pulido y Tovilla 2002; Tovilla 2006; Romero-Berny 2013; Carbajal 2014; Santamaría 2014; Gálvez 2017). La afectación más fuerte a los manglares de Pijijiapán fue la construcción del Canal La Conquista-Joaquín-Amaro de 14 km de longitud, de 40 m de ancho y 4 m de profundidad, cuya finalidad era facilitar la navegación hasta el mar, llevar agua marina y con ella postlavas de camarón a los sistemas lagunares. La inmensa cantidad de sedimentos dragados y colocados a ambos lados del canal, clausuraron y modificaron completamente a partir de 1995 a 2005 toda la hidrología y la entrada de agua dulce de los Ríos Don Diego, San Isidro y Los Cocos hacia este sistema. Esta obra ha provocado la mortalidad de más de 878 has de mangle, es posible que en la siguiente década se pierda otra cantidad semejante, como consecuencia de la pérdida de agua y la salinización acelerada de todo el sistema.

**Tabla 49. Impacto sobre el manglar de las actividades antrópicas y naturales en los municipios de Tonalá y Pijijiapán, la extensión y el agente que provocó el disturbio en los últimos 25 años.**

Sitio	Municipio	Ext/ha	Especies	Impacto	Inst. Responsable	Coordenadas geográficas
El Bobo- L. Carretas	Pijijiapán	45.4	<i>Rm/Lr/Pa</i>	Azolvado-dragado	CNA/SEPESCA 2006 2008	15°29'4.09"N 93° 8'42.37"O
E. Brujas + 4	Pijijiapán	69	<i>Rm/Ag/Lr/Ce</i>	T/agri/gan/	Asoc. Ganadera	15°32'54.40"N 93°15'26.56"O
Granja Camarón+2	Pijijiapán	78	<i>Rm/Ag/Lr</i>	T/Gcama.	Partic./Sepesca 1998	15°39'5.13"N 93°22'39.08"O
Canal Conquista	Pijijiapán	26.8	<i>Ag/Ce</i>	T/dragado	CNA/GChis. 2000	15°42'20.02"N 93°24'20.13"O
C. Conquista	Pijijiapán	138	<i>Ag/Ce</i>	T/dragado	CNA/GChis.2002	15°44'9.86"N 93°24'27.71"O
Los Patos-SD	Pijijiapán	258	<i>Rm/Ag/Lr</i>	Corte FA	CNA/GChis.2002	15°43'35.73"N 93°25'44.38"O
L. Chetos	Pijijiapán	31	<i>Rm./Ag/Lr</i>	Corte FA	CNA/GChis. 2005	15°44'14.26"N 93°25'20.92"O

San José	Pijjiapán	4.6	Rm./Ag/Lr	D/camino	CNA/GChis. 2005	15°41'40.31"N 93°26'57.68"O
El Diamante	Pijjiapán	7.5	Rm./Ag/Lr	D/camino	CNA/GChis. 2005	15°40'5.09"N 93°25'30.95"O
Conquista	Pijjiapán	8.9	Rm./Ag/Lr	Corte FA	CNA/GChis. 2007	15°40'10.47"N 93°25'10.03"O
F. I. Madero	Pijjiapán	38	Rm./Ag/Lr	Corte FA	CNA/GChis. 1994	15°46'36.19"N 93°27'59.90"O
L. Balona	Tonalá	37	Rm./Ag/Lr	T/Dragado	CNA/GChis. 2006	15°51'25.03"N 93°37'8.85"O
S.Marcos	Tonalá	23	Rm./Ag/Lr	T/Dragado	CNA/GChis. 1990	15°51'58.92"N 93°39'37.64"O
Laguna Joya	Tonalá	159	Rm/Ag/Ce	T/Dragado	CNA/GChis. 1990	15°53'47.10"N 93°41'53.90"O
B/C.Toro	Tonalá	44	Rm/Ag/Ce	T/Dragado	CNA/GChis. 1990	15°56'41.54"N 93°46'46.35"O
L. Naranjos	Tonalá	17	Rm/Ag/Ce	T/Dragado	Conapesca/GChis.2000	15°59'4.57"N 93°48'57.10"O
S. Luqueño3	Tonalá	24	Rm/Ag/Ce	T/Dragado	CNA/GChis. 2000	16° 0'3.08"N 93°49'56.89"O
Vuelta Rica	Tonalá	30	Rm/Ag/Ce	T/Dragado	CNA/GChis. 2000	15°59'14.34"N 93°51'38.14"O
Paredón B	Tonalá	58	Ag/Lr	B/Cama	Pesca./Sepesca 1998	16° 4'7.27"N 93°53'0.99"O
P cama A.	Tonalá	149	Ag/Lr	B/Cama	Conapesca/GChis.2000	16° 5'20.82"N 93°54'19.92"O

Por el contrario, la pesquería de camarón y escama a partir del año 2000, se ha reducido dramáticamente. En el caso de los municipio de Tonalá y Arriaga las mismas actividades, como la modificación de los flujos de agua, la canalización, construcción de encierros para camarón y el azolvamiento; incluso en Tonalá, el Gobierno del Estado con el inicio del malogrado “Parque Camaronícola” en 2005-2006 y los encierros de camarón en el área de Paredón, Mar Muerto y Cabeza de Toro, provocaron pérdidas cuantiosa de mangle, asociado a los dragados en otros sitios como laguna La Joya-Buenavista y El Capulín donde en los últimos años se han perdido otras 658 has.

## 6. ESFUERZOS PARA LA RECUPERACIÓN DEL MANGLAR EN CHIAPAS.

Debido a la pérdida cuantiosa y acelerada de la vegetación de mangle en los últimos 30 años, diversas instituciones como la CONANP: Comisión de Áreas Naturales Protegidas, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), algunos municipios, ONG'S y Cooperativas pesqueras, en diversos tiempos y sitios han aportado recursos y esfuerzos para reforestar el manglar; algunos proyectos han sido exitosos la mayoría un fracaso. En 1998, 2005 y 2014, La CONANP con el apoyo de las comunidades de Las Lauras y Río Arriba han logrado recuperar exitosamente 21.9 has de mangle *R. mangle* en laguna de Cerritos y Teculapa. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) en los últimos 15 años ha realizado labores de restauración y reforestación del manglar con la participación de las comunidades, estudiantes de licenciatura y posgrado en algunos sitios de los municipios de Suchiate, Tapachula, Acapetahua y Mapastepec (Figura 33). En este tiempo se ha logrado recuperar 95.0 has de sitios degradados, utilizando las técnicas de siembra y dispersión de propágulos de *R. mangle* y *L. racemosa*; así como la siembra de plantas generadas en viveros de las *A. germinans* y *C. erectus* (Tovilla et al 2015), como se observa en la Tabla 50.

La Conafor, Conanp, Semarnat y el Gobierno del Estado de 2000 a 2015, posterior al huracán "Stan", han apoyado con recursos económicos cuantiosos a diversas comunidades para el establecimiento de viveros de mangle; desafortunadamente la falta de supervisión en campo y la rendición oportuna de cuentas han hecho fracasar estos proyectos.



Figura 33. Plantación de 5.3 años de *C. erectus*, establecida en septiembre de 2013 por Ecosur, con apoyo de las comunidades y financiada por la Comisión Nacional Forestal: CONAFOR, en laguna de Chantuto, municipio de Mapastepec, Chiapas.

En la mayoría de las veces los viveros no se establecieron o bien las plantas murieron. Posterior a 2010 se siguieron dando recurso para la siembra de propágulos de *R. mangle* en toda la costa, la mayoría de estos proyectos resultaron en fracasos. Un ejemplo: de mayo a junio de 2015 antes del periodo de elecciones, la Semarnat apoyo a varias cooperativas de Chiapas con recursos cuantiosos para limpiar y reforestar el manglar en su área de concesión, el cual nunca se llevó a cabo, mientras que las comunidades se repartieron el recurso, ante la indiferencia de la institución. La mala elección de sitios y especies para reforestar es otra causa, Pronatura entre 2012 y 2014 llevó a cabo un esfuerzo con la participación de las cooperativas y comunidades para reforestar 250 has de tular y pantanos de agua dulce en la zona de Brisas del Hueyate en el municipio de Villa Comaltitlán y Huixtla, el método utilizado fue el de dispersión de propágulos de *R. mangle*, este proyecto debido a que en el sitio nunca ha habido mangle, y estaba cubierto por una vasta extensión de *Typha domingensis* y *Thalia geniculata*, así como por gran diversidad de plantas acuáticas, resulto fue un fracaso.

**Tabla 50. Esfuerzos de recuperación del manglar por instituciones y comunidades.**

Sitio	Municipio	Extensión ha.	Especies	Instituciones	Método de siembra <sup>1</sup>	Coordenadas
1.- Río Suchiate	Suchiate	4.2	<i>Lr/Rm</i>	Ecosur/comunidad <sup>2</sup> 1999	Dispersión/prop <sup>3</sup>	14°32'18.65"N 92°13'52.75"O
2.- Barra Cahuacán	Tapachula	2.7	<i>Lr/Rm</i>	Ecosur/comunidad 2000	Dispersión/prop.	14°38'56.12"N 92°21'1.33"O
3.- Barra Cahuacán	Tapachula	2.5	<i>Lr/Rm</i>	Ecosur/comunidad 2002	Dispersión/prop.	14°38'53.06"N 92°20'58.68"O
4.- Laguna Cabildo	Tapachula	2.8	<i>Rm/Lr</i>	Ecosur/comunidad 2001	Dispersión/prop.	14°43'57.55"N 92°25'42.48"O
5.- Laguna Cerritos	Acapetahua	12.7	<i>Rm</i>	Reserva/comunidad 1998	S. directa propágulos	15°10'10.17"N 92°45'52.49"O
6.- Laguna Cerritos	Acapetahua	7.9	<i>Rm</i>	Reserva/comunidad 1998	S. directa propágulos	15°10'37.66"N 92°46'22.01"O
7.- Laguna Teculapa	Acapetahua	5.1	<i>Rm</i>	Reserva/comunidad 2005	S. directa propágulos	15° 9'53.62"N 92°47'34.44"O
8.- Laguna Teculapa	Acapetahua	6.2	<i>Rm</i>	Reserva/Comunidad 2005	S. directa propágulos	15°10'13.69"N 92°47'49.52"O
9.- Cancún	Acapetahua	1.1	<i>Ce</i>	Ecosur/comunidad <sup>2003</sup>	S. directa plántulas	15°10'15.70"N 92°50'52.86"O
10.- Barra San Juan	Acapetahua	3.9	<i>Ce</i>	Ecosur/comunidad. 2003	S. plántulas	15° 9'45.65"N 92°50'52.66"O
11.- Barra San Juan	Acapetahua	5.5	<i>Ce</i>	Ecosur/comunidad 2003	S. plántulas	15°10'1.14"N 92°51'42.99"O
12.- Santa Chila I	Acapetahua	2.5	<i>Rm</i>	Ecosur/comunidad 2009	S. propágulos	15°10'34.09"N 92°50'38.28"O
13.- Santa Chila II	Acapetahua	1.1	<i>Rm</i>	Ecosur/com. 2008	S. directa propágulos	15°10'33.35"N 92°51'7.20"O
14.- Santa Chila III	Acapetahua	6.7	<i>Rm</i>	Ecosur/comunidad 2008	S. directa propágulos	15°10'25.17"N 92°51'11.23"O
15.- La Lupe	Acapetahua	0.4	<i>Rm</i>	Ecosur/comunidad 2008	S. directa propágulos	15°10'40.63"N 92°51'56.41"O
16.- El Campito	Acapetahua	2.1	<i>Ce</i>	Ecosur/comunidad 2010	S. plántulas/prop	15°13'51.06"N 92°53'4.95"O
17.- El Manglón	Acapetahua	0.9	<i>Ce</i>	Ecosur/comunidad 2012	S. plántulas	15°13'57.06"N 92°53'27.30"O
18.- El Conchal	Acapetahua	7.1	<i>Ce/Rm</i>	Ecosur/comunidad 2012	S. plántulas/prop	15°14'10.59"N 92°53'15.17"O
19.- El Tapo	Mapastepec	3.1	<i>Ce/Rm</i>	Ecosur/comunidad 2013	S. plántulas/prop	15°14'1.68"N 92°53'28.81"O
20.- Nanche-Ceiba	Mapastepec	8.9	<i>Ce/Rm</i>	Ecosur/comunidad 2013	S. plántulas/prop	15°14'11.48"N 92°53'39.08"O
21.- La Pizota-Lolo	Mapastepec	1.6	<i>Ce/Rm</i>	Ecosur/comunidad 2013	S. plántulas/prop	15°14'6.42"N 92°53'31.78"O
22.- El Pastizal	Mapastepec	2.3	<i>Rm</i>	Ecosur/comunidad 2012	S. directa propágulos	15°14'9.26"N 92°53'34.14"O
23.- Pasadero Palma	Mapastepec	0.9	<i>Rm</i>	Ecosur/comunidad 2013	S. directa propágulos	15°14'17.21"N 92°53'43.82"O
24.- El Amate	Mapastepec	1.1	<i>Ce</i>	Ecosur/comunidad 2013	S. plántulas	15°14'19.35"N 92°53'46.05"O
25.- Botoncillo/E.	Mapastepec	1.7	<i>Ce/Rm</i>	Ecosur/comunidad 2013	S. plántulas/prop	15°14'23.95"N 92°53'51.29"O
26.- La Escondida	Mapastepec	0.7	<i>Ce/Rm</i>	Ecosur/comunidad 2013	S. plántulas	15°14'28.42"N 92°53'54.03"O
27.- El Sacrificio	Mapastepec	3.7	<i>Ce/Rm</i>	Ecosur/comunidad 2013	S. plántulas/prop	15°14'33.88"N 92°53'58.48"O
28.- El Tanque	Mapastepec	2.6	<i>Ce/Rm</i>	Ecosur/comunidad 2012	S. plántulas/prop	15°14'39.55"N 92°54'1.85"O
29.- El Quemado	Mapastepec	6.6	<i>Rm</i>	Ecosur/comunidad 2013	S. directa propágulos	15°14'37.86"N 92°54'2.35"O
30.- Juan Antonio	Mapastepec	12.7	<i>Ce/Rm</i>	Ecosur/comunidad. 2013	S. plántulas/prop	15°14'44.31"N 92°53'23.48"O
31.- El Coyolito	Mapastepec	5.5	<i>Rm/Lr</i>	Ecosur/comunidad 2014	S. directa propágulos	15°13'22.82"N 92°52'46.54"O
32.- El Manguito	Pijijiapán	7.9	<i>Rm</i>	Comunidades 2014	S. directa propágulos	15°45'43.96"N 93°30'50.03"O

134.7

1. Método de siembra, 2. Ecosur y Comunidades, 3. Dispersión de propágulos de *L. racemosa* y siembra de propágulos de *R. mangle*. 27

## 7. DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN QUE PRESENTA EL MANGLAR EN CHIAPAS.

De acuerdo a las mediciones realizadas en campo en el pasado (Pulido y Tovilla 2002; Tovilla et al 2007); y a lo largo del proyecto, y asociado a las crónicas de los pobladores en las comunidades, en la Tabla 51, se ha concentrado la condición y extensión en hectáreas que guardan los bosques de mangle en esta entidad. Se considera que de 1950 a 1970, hubo una pérdida total de mangle en el litoral de 6220 has., originadas por las primeras canalizaciones de la parte baja de los ríos y la desecación de humedales ante el avance de la agricultura y ganadería. Este fue un proceso lento y sus efectos pudieron notarse en las siguientes décadas, dependiendo de la abundancia de agua dulce en el manto freático y los procesos de evapotranspiración del sistema. Los municipios más afectados fueron Tonalá, Pijijiapán, Arriaga y Tapachula. El mal manejo de las microcuencas, ha acelerado este proceso. En los últimos 20 años la pérdida de manglar ocasionado por las actividades antrópicas y naturales, ha provocado de 1995 a 2015, se hayan perdido otras 3,997.7 has., la mayor pérdida ha sucedido en los municipios anteriores.

De acuerdo a Rodríguez et al (2013) y Valderrama et al (2017) actualmente existen 46,376 has., de mangle distribuidas de manera desigual en la costa, siendo los municipios de Acapetahua, Pijijiapán y Tonalá donde esta vegetación es más extensa. Esta cifra es engañosa, debido a que se ha calculado que existen 12,105 has., de manglar severamente perturbado, donde la extracción de madera es >15%, además está fuertemente afectado por otras 10 actividades humanas. Estos bosques en la siguiente década habrán desaparecido o serán franjas residuales de vegetación. Existen otras 10,738 has., con una perturbación menor, los cuales en los siguientes años se agregarían a las anteriores. Solo en 19,813 has, el manglar se considera conservado, de esta cantidad 16,780 están dentro de la Reserva de Biosfera La Encrucijada y dos pequeñas reservas estatales. Esta herramienta ha resultado de mucha utilidad para la protección del manglar. Así unas 32,652 has., están bajo esta categoría; de las cuales 28,039 son ANP federales y 4,613 has son ANP estatales. Fuera de las áreas protegidas existen 13,789 has de mangle que carecen de protección, en los tres municipios con las pérdidas más severas: Arriaga, Tonalá y Pijijiapán (Tabla 51).

**Tabla 51. Diagnóstico del estado que guardan los bosques de mangle por municipios en Chiapas.**

Condición	Arriaga	Tonalá	Pijijiapán	Mapastepec	Acapetahua	Villa Comaltitlán	Huixtla	Mazatán	Tapachula	Suchiate	Totales
EPM Histórica	700	1500	1500	500	500	70	100	250	600	500	<b>6220</b>
MP en 20 años	631	1067	1183.8	79.6	458.4	59	79.5	164.4	187.6	87.5	<b>3998</b>
EM actual	2456	7327	8684	3188	16832	65	198	3013	2527	2086	<b>46376</b>
MG perturbado	1452	3678	1582	882	1150		15	324	1654	1368	<b>12105</b>
M perturbado	709	2709	511	431	4568	3	27	787	572	421	<b>10738</b>
M conservado	295	940	2987	1875	11114	4	98	1902	301	297	<b>19813</b>
MS protección	2456	7327	4006								<b>13789</b>
MAN P Fed.			4742	3188	16832	65	198.6	3013			<b>28039</b>
MAN P Estat.									2527	2086	<b>4613</b>
TMB prot.	NA	NA	4742	3188	16832	65	198.6	3013.4	2527	2086	32652

**Condición\*:** EPM historia= Extensión perdida de manglar a nivel histórico. MP en 20 años= Extensión de manglar perdido en los últimos 20 años. MG perturbado= Manglar Gravemente perturbado. M conservado= Manglar conservado. MANP Esta. = Manglar en Áreas Naturales Protegidas a nivel estatal. MANP Fed = Manglar en Áreas Naturales Protegidas Federales. EM actual = Extensión de manglar actual. MS protección = Manglar sin protección. M perturbado = Manglar perturbado. TMB prot. = Extensión Total de Manglar Protegido.

## 8. RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL MANGLAR EN LA ENTIDAD.

La problemática que enfrentan los bosques de mangle en Chiapas es grave, lo que obliga a tomar decisiones: a corto, mediano y largo plazo; así como a tres niveles de la administración: federal, estatal y municipal-comunidad. A corto plazo y partiendo del nivel municipal-comunidades y tomando en cuenta este diagnóstico por municipio. Se debe diseñar un programa estatal permanente, con metas anuales, por trienio y sexenales para restaurar, proteger y conservar los bosques de mangle. Debido al tamaño del esfuerzo de recursos humanos y económicos para realizarlo, este programa debe financiarse del Plan Nacional de Desarrollo (PND) y nutrirse con recursos económicos de los otros niveles de gobierno, de particulares, ONG'S; incluso del extranjero. El programa debe recaer en un consorcio de instituciones académicas-investigación, con instituciones de los tres niveles de gobierno, particulares y socios del exterior, bajo el esquema de Coordinación-Cooperación de Esfuerzos y Recursos.

El programa debe adoptar la metodología del Manejo Integral de Cuencas (MIC) vs. Manejo Integral de Zona Costera (MIZC), aplicándolas de manera simultánea, con metas a corto (2-3 años), mediano (5-6 años) y largo plazo (24-30 años) (Tovilla 2010). El MIC, permitiría detener y recuperar el deterioro que presentan las 26 microcuencas costeras de Chiapas, afectadas por deforestación, erosión, rectificación de cauces, desvío, incendios forestales y contaminación desde la parte alta hasta la cuenca baja, de los ríos más afectados, en una superficie de 250, 000 hectáreas. Por medio del MIZC se pueden recuperar los humedales costeros (pantanos y lagunas estacionales de agua dulce y vegetación riparia), lagunas, esteros, estuarios, bocabarras, dunas y playas. Focos rojos serían los humedales costeros más críticos: El Capulín, La Joya-Buenavista, La Conquista-Joaquín Amaro, Carretas-Pereyra, Agostaderos de Pijijiapán, Laguna El Castaño-Pampa Honda, Pantanos del Castaño-Chantuto-La Sabana-Río Santa María, Salvación-La Cantileña, Laguna Cabildos-Amatal y El Gancho-Murillo, en unas 150,000 hectáreas de humedales y cuerpos de agua seriamente dañados por las actividades antrópicas durante los últimos 60 años. Prioridad inicial sería la recuperación de los pantanos y lagunas estacionales, así como las 3,998 hectáreas de manglares perdidas en los últimos 20 años; así como detener y recuperar la totalidad de las 12,105 has., de manglares que padecen un disturbio grave en los 10 municipios costeros. Es imperativo detener el avance de las plantaciones de caña de azúcar y palma africana establecidas en los últimos 12 años sobre los pantanos y manglares en los municipios de Huixtla, Villa Comaltitlán, Acapetahua y Mapastepec, impulsadas por la SAGARPA y El Gobierno del Estado; así como recuperar el cauce y meandros de los ríos, posterior a las modificaciones realizadas entre 2006-2011 por la Comisión Nacional del Agua en la parte media y baja de los ríos, esteros y lagunas costeras.

## 9. SISTEMAS LAGUNARES DE LA COSTA DE OAXACA

### RESUMEN

El manglar en esta entidad se encuentra heterogéneamente distribuido a lo largo de 558 km de litoral, desde las planicies lodosas del Istmo de Tehuantepec, y posteriormente a lo largo de unos 182 km de litoral rocoso las franjas son estrechas; mientras que, a partir de Puerto Escondido hasta el límite con Guerrero, predominan las costas bajas y arenosas, incrementándose sensiblemente la extensión de mangle. Un análisis preliminar indica una heterogeneidad en la estructura del manglar en todo el litoral, alternándose la dominancia entre las cuatro especies: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*, en el Istmo existen grandes áreas donde predominan asociaciones entre *A. germinans* y *C. erectus*; mientras en el resto del litoral se suceden asociaciones de *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*. La distribución, zonación y dominancia de especies de mangle está fuertemente influenciadas por la precipitación, así como por la entrada de ríos a los sistemas lagunares, los cuales reducen la salinidad y modifican los parámetros fisicoquímicos del suelo. A lo largo de esta costa existen áreas donde el manglar está fuertemente afectado por algunas actividades antrópicas, las principales son la tala, el avance de las actividades agropecuarias, la construcción de caminos, canalización y tendidos eléctricos, los dragados y el azolvamiento sobre los manglares.

## 9.1. INTRODUCCIÓN

El litoral del estado de Oaxaca (Figura 34), cuenta con un número significativo de humedales costeros, de los cuales uno de los más notables lo constituyen los bosques de mangle; la falta de información sobre sus características biológicas, ecológicas y del ambiente socioeconómico que los rodea, es una limitante para poder trazar estrategias que promuevan su conservación, manejo y restauración, por lo que se siguen perdiendo extensiones importantes y con ellos parte de la biodiversidad que albergan (Gobierno de Oaxaca 1993).

Los manglares de la región Pacífico Sur se caracterizan por poseer una estación de estiaje prolongada y una precipitación anual de 800 a 1200mm/año (Tovilla et al 2013). La distribución de los manglares en Oaxaca comprende dos sub regiones denominadas: Planicie Costera de Tehuantepec (PCT) desde el límite con el Estado de Chiapas hasta Laguna La Grande en el borde del litoral rocoso de esta entidad y La Planicie Costera del Pacífico (PCP) de Oaxaca, está constituida por los sistemas lagunares del litoral rocoso hasta el límite con el estado de Guerrero. De acuerdo a Rodríguez et al. (2013) y Valderrama et al (2017), esta vegetación cubre una superficie estatal de 18,607 hectáreas, lo que representa el 2.2 % a nivel nacional. En el litoral de Oaxaca se han registrado las cuatro especies de mangle reportadas en el Pacífico de México: *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn., *Conocarpus erectus* L y *Conocarpus erectus var sericeus*. Estas especies están representadas en los cuatro tipos de manglares: borde, cuenca, periféricos y ribereños.

## 9.2. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

Existen pocos estudios en esta costa sobre la estructura, composición, regeneración y pérdida del manglar: Ramírez (1995) cuantificó la estructura y demografía del manglar en Estero “La Angostura”, laguna Oriental, Oaxaca. Posteriormente Sánchez (2005) determinó la dinámica del carbono y nitrógeno en el suelo del manglar en laguna La Ventanilla, Oaxaca. La Ventana (2008) realizó el diagnóstico del manglar en la Región Chontal en las lagunas: Mazcalco, El Rosario, La Grande, La Colorada y Zaachila. Además incluyó la dinámica socio-económica y problemática de los humedales. Carbajal (2010) realizó un estudio del manglar del Parque Nacional Lagunas de Chacahua. Chan et al. (2013), en este mismo sistema realizaron un estudio para conocer la relación entre las variables fisicoquímicas del agua intersticial y la estructura del bosque. Ruiz et al. (2013), evaluó el efecto del Huracán Carlota sobre el manglar en Laguna de Ventanilla, registrando que *R.*

*mangle* es más susceptible de ser afectado por el viento con una mortalidad del 80% del arbolado; mientras que *L. racemosa* ofreció mayor resiliencia al meteoro con solo 15%. Serrano (2014), realizó la caracterización estructural, condición del manglar y el suelo en el sistema lagunar Corralero-Alotengo, Oaxaca. Tovilla et al. (2009 a 2014), han venido realizando un inventario y monitoreo del manglar en los 29 sistemas de humedales de este litoral. Se han realizado determinaciones de estructura, extracción, regeneración, mortalidad natural, condición del arbolado y algunos parámetros fisicoquímicos del suelo. A la fecha es el referente más completo y continuo de los cambios sufridos por esta vegetación de 2009 a 2015.

### 9.3. EXTENSIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DEL MANGLAR EN OAXACA

Las evaluaciones sobre la extensión de los bosques de mangle en la costa de Oaxaca indican cambios significativos en la cobertura a lo largo de los últimos 36 años. Una evaluación registrada mediante fotografías aéreas indica que en 1979 la extensión de manglar era de 28,501 hectáreas (Rodríguez-Zúñiga et al 2013) y Valderrama-Landeros et al (2017), 31 años después en 2010 estos autores señalan una pérdida del 34.7% de la superficie original. En la actualidad los bosques de mangle en esta entidad presentan una perturbación mayor y están fuertemente amenazadas por actividades antrópicas crecientes. El manglar actualmente se extiende sobre unos 305 km de longitud del total del litoral (52%) (Tabla 52). Oaxaca para el periodo de 1970 a 1980 y 2005, presentó la mayor pérdida de manglar, con una tasa de cambio de (-1.65). Históricamente a pesar de tener una de las primeras áreas de manglar bajo protección (1938) en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua, actualmente solo existen tres sitios Ramsar decretados, dos de ellos de reducidas extensiones.

**Tabla 52. Extensión histórica y actual del manglar (ha) en el Estado de Oaxaca.**

1979-1980		2005		2010		Tasa de cambio	
E. mangle	Mangle perturbado	Manglar	Manglar perturbado	Mangle	Mangle perturbado	1979-2005	a 2010
28,501	0	18,522	6	18,607	41	-1.65	0.09

Fuente: Rodríguez-Zúñiga et al 2013.

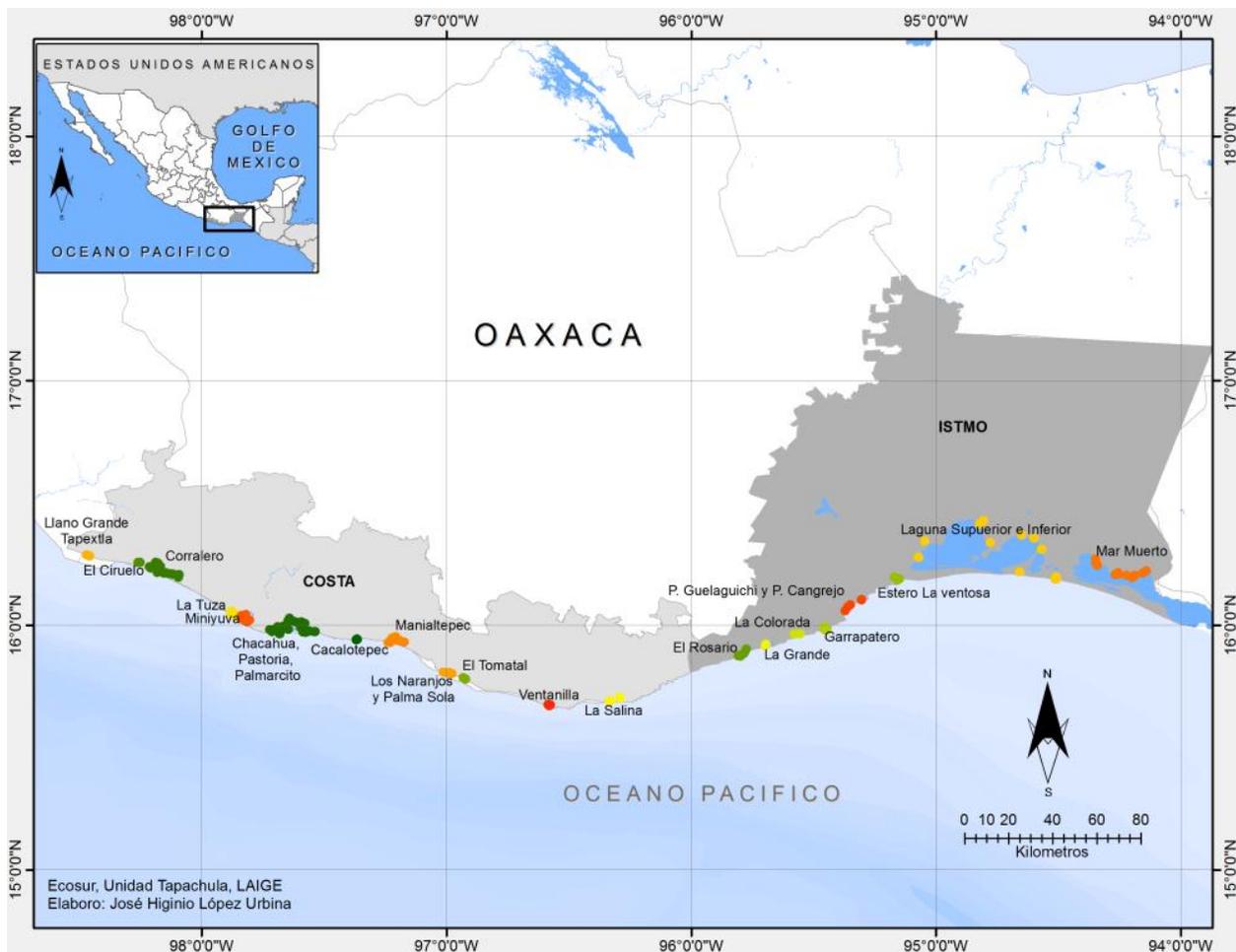


Figura 34. Ubicación geográfica de los manglares en el litoral Istmo-Costa de Oaxaca. El litoral del estado de Oaxaca está dividido en dos microrregiones denominadas: Planicie Costera de Tehuantepec (PCT) y En la Planicie Costera de Tehuantepec del pacífico (PCP)

### 9.3.1. Planicie Costera de Tehuantepec (PCT)

En la Planicie Costera de Tehuantepec (PCT) se establecieron 55 UM, distribuidas en: Mar Muerto, Laguna Superior e Inferior, Estero La Ventosa, Playa Guelaguichi y Morro de Mazatán, Garrapatero, La Colorada, El Rosario y La Grande, (Figura 34). Siguiendo la clasificación de Pool et al. (1977), se registraron los siguientes tipos fisiográficos de bosques de mangle: Cuenca (10.9%), Periférico (30.7%), Borde (47.1%) y Ribereño (11.3%); de ellos el 51.7% corresponden a bosques monoespecíficos, 26.4 % dominantes y el 22.0 % son bosques mixtos. De acuerdo a la clasificación de Thom (1967) en la PCT se registraron dos tipos de geoformas: Fluvial (65.5%) y Marismas (34.5%), este autor señala que la estructura de los manglares y su distribución espacial, están en función de los cambios de las formas del relieve. También se encontró una zonación

particular de las especies en cada estrato, como respuesta a los factores ambientales presentes en cada uno de los sistemas (Tovilla et al. 2013), procesos de escorrentía, infiltración de aguas, lluvia y evapotranspiración son elementos reguladores del balance hídrico en cada sistema lagunares.

### **Factores fisicoquímicos**

En esta micro región el pH del suelo registró un valor promedio de  $7.6 \pm 1.15$ , por lo que se considera de neutro a básico, esto se debe a que en el área existen sitios con salinidades elevadas, causados por la evaporación del agua, esto es común en las lagunas de Mar Muerto, Laguna Superior e Inferior. La salinidad intersticial promedio fue de  $27.2 \pm 24.11$  UPS, con un mínimo de 1.5 y un máximo de 84.3; debido al largo periodo de sequía (noviembre-julio) y las pocas lluvias, así como a la reducida disponibilidad de agua dulce proveniente de los ríos y el manto freático hacia estos sistemas lagunares (Tovilla et al 2013). El contenido de materia orgánica promedio fue muy bajo ( $5.1 \pm 4.61\%$ ), lo cual se puede atribuir al poco aporte de agua dulce y sedimentos terrestres, fuentes importantes de materia orgánica para los suelos del bosque de mangle.

En la PCT se registró un valor bajo de nitrógeno total ( $0.15 \pm 0.19\%$ ); por el contrario, se registró un valor de  $4.3 \pm 4.31$  mg/kg de fósforo (Tovilla et al 2013), por lo cual se considera un valor medio de acuerdo a Herrera-Silveira et al. (2012), existe una relación directa de la concentración de materia orgánica con la disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno y fósforo, los cuales se vuelven disponibles para la planta a través de los procesos de descomposición y mineralización.

#### **9.3.1.1. Parámetros estructurales de los bosques de mangle de esta micro región**

Todos los bosques de mangle de esta micro región se caracterizan por presentar una elevada heterogeneidad en los atributos estructurales. De acuerdo a las clases diamétricas en los fustes del arbolado, los bosques de manglar de la PCT muestran un comportamiento de J invertida ( $J_{inv}$ ), el 72.0% constituido por arbolado juvenil a maduro distribuido en las clases diamétricas 5.1-10 cm, con una densidad de 9835 árboles/ha; el resto del arbolado se ubicó en las clases diamétricas 10.1-25.0 (22.9%) y >25 cm (5.1%), con 4,429 y 311 árboles por hectárea respectivamente.

De acuerdo a Cintrón y Schaeffer-Novelli (1984) y Domínguez-Domínguez et al, (2011), la composición del bosque en clases diamétricas es esencial para determinar la distribución de edades de los individuos, la viabilidad para la conservación, la regeneración y conservación de cada especie. La mayor parte de los bosques de mangle de la PCT se encuentran en un estadio juvenil; sin embargo, esto puede confundirse, debido a que puede ser un indicador de una elevada extracción del arbolado juvenil o bien de mortalidad.

En laguna Guelaguichi y Morro de Mazatán se registró la mayor Área Basal (AB) ( $33.42 \pm 30.63 \text{ m}^2/\text{ha}$ ), incluso en algunos sitios se registraron áreas basales  $>70.0 \text{ m}^2/\text{ha}$ , constituidos por bosques monoespecíficos ribereños y periféricos de maduros a seniles de *L. racemosa* y *C. erectus*, estos bosques reciben los afluentes de los ríos Santa Gertrudis y El Salado. En contraste en Mar Muerto se registró un AB mínima de  $6.76 \pm 9.90 \text{ m}^2/\text{ha}$ . En el resto de los sistemas lagunares estos parámetros fueron muy homogéneos; el AB promedio para esta microrregión fue de  $16.59 \pm 15.24 \text{ m}^2/\text{ha}$ . Por especie *A. germinans*, *C. erectus* y *L. racemosa* fueron las que registraron un AB mayor a  $10.0 \text{ m}^2/\text{ha}$ , mientras que en *A. germinans* se pudieron observar áreas basales de hasta  $48.24 \text{ m}^2/\text{ha}$ ; en contraste, debido a la excesiva salinidad en el suelo *R. mangle* su presencia es limitada en todos los sistemas lagunares estudiados, esta especie registró un AB promedio de  $6.90 \pm 6.68 \text{ m}^2/\text{ha}$ , y un AB máximo de  $19.01 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

El DAP o DN fue similar entre todos los sistemas estudiados, desde Estero La Ventosa hasta laguna La Grande, los cuales van desde  $11.39 \pm 7.70$  hasta los  $8.14 \pm 8.84 \text{ cm}$ ; mientras que en Mar Muerto se registraron valores más bajos con ( $6.18 \pm 2.35 \text{ cm}$ ). El DAP promedio en estos sistemas lagunares fue de  $8.14 \pm 0.44 \text{ cm}$ . *A. germinans* fue la especie con mayor grosor promedio ( $12.9 \pm 8.34 \text{ cm}$ ), con un diámetro máximo en el arbolado de  $39.0 \text{ cm}$ ; *C. erectus* registró un DAP de  $8.8 \pm 5.86 \text{ cm}$ , con un diámetro máximo de  $30.5 \text{ cm}$ ; mientras que *R. mangle* y *L. racemosa* registraron diámetros similares ( $7.3 \pm 2.18$  y  $7.2 \pm 3.30 \text{ cm}$ ), también es común encontrar árboles con diámetros de  $12.9$  y  $15.48 \text{ cm}$ . La altura promedio en la PCT fue de  $8.92 \pm 3.41 \text{ m}$ , siendo laguna Guelaguichi y Morro de Mazatán, La Grande y El Rosario donde se registraron las mayores alturas con  $12.06 \pm 0.73 \text{ m}$ . Mientras que en Mar Muerto y Laguna Superior e Inferior, se registraron los arboles más bajos con  $6.64 \pm 1.56 \text{ m}$ . *A. germinans*, *C. erectus* y *R. mangle* registraron una altura promedio de  $8.9 \pm 3.90$ ; en contraste con *L. racemosa* con  $10.0 \pm 4.16 \text{ m}$ . La cobertura promedio del dosel del arbolado fue  $10.46 \pm 11.81 \text{ m}$ , siendo Laguna Superior e Inferior, Estero la Ventosa y Garrapatero donde se registraron los bosques con mayor cobertura ( $14.62 \pm 17.46 \text{ m}^2$ ).

Por el contrario, en Mar Muerto se registró una cobertura de solo  $4.80 \pm 3.01 \text{ m}^2$ , un valor muy bajo si se compara con otros sistemas lagunares en la costa de Oaxaca y Chiapas (Tovilla et al 2007; 2013; Tovilla 2006). *A. germinans* registró una cobertura promedio de  $15.41 \pm 15.20 \text{ m}^2$ , encontrándose en Laguna Superior e Inferior un valor máximo de  $58.3 \text{ m}^2$ ; seguido de *R. mangle* con una cobertura de  $10.62 \pm 15.38 \text{ m}^2$ , con un máximo de  $53.8 \text{ m}^2$ ; mientras que *C. erectus* y *L. racemosa* registraron los valores más bajos con  $8.99 \pm 9.72$  y  $6.27 \pm 6.40 \text{ m}^2$ , encontrándose valores máximos de hasta 30.3 y  $24.8 \text{ m}^2$ , en Laguna Superior e Inferior respectivamente.

Una especie puede competir por espacio con árboles de la misma especie y con el resto de las especies dentro de los bosques monoespecíficos, mixtos y dominantes. En cualquier bosque, los árboles que desarrollan una mayor copa en el menor tiempo, pueden sobrevivir más fácilmente. Esta estrategia la desarrollan aquellas especies de mangle que no toleran solapamiento superior en las copas, incluso se ha observado que *A. germinans* presenta excreción del exceso de sal por las hojas, además de sustancias alelopáticas en las hojas, ramas jóvenes y flores, para inhibir la competencia con otras especies de mangle, como afirma (Weishaupl 1981).

Las PMP que registraron las mayores densidades corresponden a bosques tipos bordes dominantes y monoespecíficos. En Laguna La Grande se registró una densidad promedio de  $2767 \pm 2237$  ind/ha, mientras que los bosques con densidades medias se registraron en laguna Mar Muerto, laguna Superior e Inferior y El Rosario; por el contrario, en Estero La Ventosa, se registró la densidad más baja ( $1087 \pm 952$ ). La densidad promedio en esta micro región fue de  $2117 \pm 2720$  ind/ha.

La repoblación o regeneración natural en un bosque es el indicador más confiable para comprender las transformaciones a producirse en la vegetación a lo largo del tiempo, como respuesta a una perturbación natural o producida por el hombre o como parte del ciclo natural de permanencia del bosque a lo largo del tiempo (Centanaro-Martínez et al 1997). En la PCT se registró un 76.5 % de plántulas vivas. Por el contrario, el 23.5 % de las plántulas estaban muertas en los bosques, siendo las de tipo A, las que registraron mayor mortalidad (63.7 %), seguida del tipo B con el 32.6 %, por el contrario, las plántulas tipo C registraron solo 3.7 %.

La mayor extracción de madera por especie se registró de la siguiente manera: *L. racemosa* (3.6 %), *C. erectus* (3.3 %) y *A. germinans* con el 0.2 %. Por clases diamétricas los rodales juveniles y en primera madurez (2.5-5 y 5.1-10 cm) fueron los que presentaron la mayor explotación con (2.6 y 3.3 %) respectivamente; conforme las clases diamétricas incrementan en grosor la extracción va disminuyendo fuertemente. La extracción promedio en la PCT fue de 7.7 %. Los valores más bajos de extracción por especie se registraron en *A. germinans* (0.2 %), *L. racemosa* (1.1 %) y *R. mangle* (0.1 %), respectivamente; siendo las lagunas de Garrapatero donde se registraron los valores más bajos de extracción; mientras que en Laguna Superior e Inferior (3.3%) fue donde se registró la mayor extracción. Adicional a la extracción otra causa de pérdida en los rodales de manglar es la mortalidad natural, sucede como consecuencia de la edad de los árboles, el efecto del viento, los rayos y las plagas.

### 9.3.2. Planicie costera del Pacífico (PCP)

En la Planicie Costera del Pacífico (PCP) se establecieron 119 UM, distribuidos de la siguiente manera: La Salina, Ventanilla, El Tomatal, Los Naranjos-Palma Sola, Manialtepec, Cacalotepec, Chacahua-Pastoría-Palmarito, La Tuza, Miniyua, Corralero, El Ciruelo y Llano Grande Tapextla (Figura 34). De acuerdo a la clasificación de Pool et al. (1977), se registraron los siguientes tipos fisiográficos de bosques de mangle: borde (81.5 %), cuenca (11.8 %) y periféricos (6.7 %); de todos ellos el 62.2 % constituyen bosques monoespecíficos, 24.4 % dominantes y el 13.4 % bosques mixtos. Según la clasificación de Thom (1967) en esta micro región se registraron dos tipos de geoformas: Fluvial (95.0%) y Marismas (5.0%), influenciada principalmente por las regiones hidrológicas RH20 y RH21, las cuales vierten parte del año las aguas de Río Grande y Verde a los cuerpos lagunares de la PCP.

El pH promedio en esta micro región fue de  $7.5 \pm 0.77$ , los suelos son neutros con tendencia a suelos ligeramente básicos, principalmente por el periodo en el que se realizó el presente estudio (lluvias y secas). Se obtuvo una salinidad promedio de  $17.2 \pm 16.91$  ups, con un mínimo de 1.0, y un máximo de 86.5 ups, este último valor se registró en un bosque tipo cuenca de *A. germinans* en el sitio denominado Los Azufres en la porción NW de laguna de Chacahua.

En el área de estudio el contenido de materia orgánica promedio fue de  $20.21 \pm 17.19$  %, el cual se considera un valor medio bajo, si consideramos que la PCP recibe menor aporte de agua dulce que otras localidades más al sur en el estado de Chiapas (Tovilla et al 2007), así también los sistemas lagunares tienen poca conexión o esta es solo estacional con el mar, lo que limita un flujo e intercambio constante de sedimentos y materia orgánica como sucede en Laguna La Salina, Tomatal, Los Naranjos, Cacalote y La Pastoría, como mencionan Odum et al. (1982) y Cintrón y Schaeffer-Novelli (1983; 1984; 1985), los manglares se desarrollan mejor en ambientes deposicionales, como los deltas y desembocadura de los ríos, donde existe una baja energía de arrastre, cuyos sustratos están constituidos por sedimentos aluviales acarreados por las corrientes, ricos en lodos y arcillas, con alto porcentaje de materia orgánica; todo ello favoreciendo el mayor desarrollo de los árboles de mangle Odum et al. (1982); Restrepo (2005).

El porcentaje de fósforo asimilable en la PCP fue de  $10.4 \pm 11.52$  mg/kg, el cual se considera un valor medio de acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000. Por otro lado, se obtuvo un  $0.58 \pm 0.62$  % de nitrógeno total considerado como un valor alto. En los manglares de este estudio, las fuentes externas de nutrientes provienen de los aportes de agua dulce de los ríos: Río Verde, Grande, Manialtepec, Colotepec, Cozaltepec, Tonameca y Coyula; así como del flujo constante del agua marina. Por las clases diamétricas, los bosques de manglar de esta región muestran un comportamiento de J invertida ( $J_{inv}$ ), donde el 67.5% se ubicó en la clase diamétrica 5.1-10 cm, con 2000 árboles por hectárea; el 30.4 % pertenecen a la clase 10.1-25 cm, con 900 árboles/hectárea, y solo el 2.1 % se ubicó en la clase >25 cm, con 200 árboles. Al igual que en la micro región anterior en esta, se observa que existe un reemplazamiento de árboles de las clases inferiores a las superiores.

Por estructura en el sistema Los Naranjos-Palma Sola y La Ventanilla se determinó la mayor Área Basal (AB) con  $36.26 \pm 31.21$  y  $35.33 \pm 26.48$  m<sup>2</sup>/ha, estos sistemas se encuentran constituidos por arbolado maduro, donde se registraron algunos árboles de 23.5 y 42.5 cm de grosor; constituidos principalmente por bosques monoespecíficos tipo borde de *L. racemosa*; el principal afluente es el río Colotepec que alimenta a este sistema por el NW. De acuerdo a Tovilla et al. (2013) los bosques de mangle de laguna Los Naranjos-Palma Sola y La Ventanilla han alcanzado una madurez estructural muy rápida; a pesar de que esta última laguna ha padecido durante los últimos 13 años el paso de dos huracanes devastadores: “Paulina” en octubre de 1997 y “Carlota” en junio de 2012 (Ruíz et al 2013).

Mientras que en La Tuza, El Tomatal y Llano Grande se registraron AB superiores a 20.0 m<sup>2</sup>/ha. Por el contrario, los bosques más pobres en área basal se observaron en Corralero, Miniyua y Chacahua-Pastoría-Palmarito. El área basal promedio en la PCP fue de 18.33±18.52 m<sup>2</sup>/ha.

*L. racemosa* fue la especie que registró la mayor área basal (23.16±21.65 m<sup>2</sup>/ha), con un valor máximo de 89.59 m<sup>2</sup>/ha; seguida de *R. mangle* con un área basal promedio de 19.13±17.61 m<sup>2</sup>/ha, con un máximo de 71.10 m<sup>2</sup>/ha; mientras que en *A. germinans* el área basal fue de 14.19±17.31 m<sup>2</sup>/ha, alcanzando hasta un máximo de 94.3 m<sup>2</sup>/ha; finalmente se ubicó *C. erectus* con 11.03±10.16 y un valor extremo de 34.14 m<sup>2</sup>/ha, respectivamente.

El DAP o DN mayor se registró en bosques monoespecíficos de *R. mangle* y *L. racemosa*, en laguna Manialtepec (15.8±7.74 cm). Mientras que en Llano Grande (12.9±4.85), La Salina (12.9±8.84), Cacalotepec (12.6±10.72), La Tuza, Miniyua, Los Naranjos-Palma Sola, y El Tomatal, registraron fustes superiores a los 10 cm. Por el contrario, en Corralero, El Ciruelo y Chacahua se registraron los fustes más delgados de toda la zona estudiada. El DAP promedio en la PCP fue de 9.9±5.82 cm. Por especies *L. racemosa* y *A. germinans* presentaron un DAP promedio similar (8.1±5.85 y 8.5±8.39 cm), el DAP máximo en ambas especies fue de 94.0 y 95.2 cm, mientras que *R. mangle* registró un DAP promedio de 9.0±5.18 cm y un valor extremo de 81.5 cm, en *C. erectus* este parámetro fue de 6.9±4.80 cm, con un máximo de 45.2 cm.

De acuerdo a Cintrón et al. (1985), los bosques tipo borde registran una altura promedio de 10.7±0.7 m; considerando que el 80.9 % de los bosques de la PCP son de tipo borde, en la cual la altura promedio registrada en la PCP fue de 12.8±4.12 m, la cual es ligeramente superior a lo reportado por estos autores; una situación semejante se ha registrado en algunos bosques del estado de Guerrero (Tovilla 1998; Carbajal et al 2017). Por otro lado, se registró una altura similar entre la mayoría de los sistemas lagunares, siendo La Tuza y Miniyua donde se observó la mayor altura (16.9±3.58 y 16.6±5.35 m), posteriormente se ubicaron Manialtepec, La Ventanilla y Cacalotepec con (15.96±4.46; 14.53±3.09 y 14.3±5.55 m) respectivamente. En El Ciruelo se registró el valor más bajo (9.5±0.72 m) (tabla 4). De acuerdo a Menéndez y Guzmán (2007) la variación de la altura depende de las condiciones de inundación, del sustrato y el aporte de agua dulce, como sucede con Ventanilla (Los Naranjos-Palma Sola, Manialtepec, Cacalotepec, Chacahua y Corralero, los cuales permanecen inundados la mayor parte del año y presentan sustratos con mayor cantidad de limos y arcillas; mientras que en La Salina y El Ciruelo estas condiciones son menos favorables (Tovilla et al 2013).

De acuerdo a Tovilla et al. (2011), estos sistemas en el pasado eran de mayores dimensiones y el cuerpo de agua mantenía a lo largo del año, mayores extensiones inundables, en la actualidad debido al uso excesivo del agua dulce por la agricultura, la deforestación, el avance de la frontera ganadera, los principales afluentes de agua dulce que llegan a las lagunas se han ido agotando. Actualmente existe un gran arrastre de sólidos, que están provocando el azolve de las lagunas costeras, afectando gravemente la productividad de los cuerpos de agua y el desarrollo de la vegetación, como sucede en las lagunas de Pastoría, Cacalote, Corralero y La Salina (Restrepo 2005; Tovilla et al 2011; Carbajal 2014).

La mayor cobertura arbórea se registró en La Tuza ( $20.05 \pm 25.35$  m<sup>2</sup>/individuo), constituida por árboles seniles de *A. germinans* y juveniles de *L. racemosa* y *C. erectus*; posteriormente se ubicaron los bosques de Tomatal, Cacalotepec ( $19.58 \pm 26.65$  y  $16.31 \pm 19.51$ ), y Llano Grande ( $15.08 \pm 17.67$  m<sup>2</sup>/individuo) estos sistemas están dominados por rodales maduros de *A. germinans*, *R. mangle* y *L. racemosa*; mientras que los bosques con las menores coberturas se localizaron en Los Naranjos-Palma Sola, constituido principalmente por árboles maduros de *L. racemosa* con copas reducidas debido a la competencia lateral entre los árboles por la luz solar. La cobertura promedio en esta microrregión fue de  $13.01 \pm 15.95$  m<sup>2</sup>/individuo.

La densidad promedio en la PCP fue de  $1881 \pm 2095$  individuos/ha. Esta densidad corresponde a bosques jóvenes en primera madurez. Los bosques más densos comprenden La Ventanilla y Los Naranjos, con un promedio de  $3,390 \pm 1724$  y  $3208 \pm 2641$  individuos/ha, estos bosques se encuentran constituidos por árboles maduros y juveniles, fuertemente amenazados por actividades agrícola como sucede en Los Naranjos-Palma Sola. Los bosques menos densos se registraron en laguna de Miniyua con un promedio de  $944 \pm 1544$  individuos/ha, constituidos por bosques juveniles-maduros fuertemente extraídos. La repoblación en los manglares de esta micro región observo los siguientes resultados, se registró un total de 93.1 % de plántulas vivas, mientras que la mortalidad fue mínima con 6.9 %. La extracción promedio de madera de mangle en esta microrregión fue de 8.7 %, siendo *L. racemosa* la especie con mayor aprovechamiento (5.2 %), seguida de *C. erectus* y *R. mangle* con el 1.4 y 1.2 % respectivamente. Mientras que *A. germinans* registró solamente el 0.2 %. La clase diamétrica con mayor extracción fue de 5.1-10 cm, es decir arbolado juvenil, con el 7.3 %; seguido de la clase diamétrica 2.5-5 cm, con el 5.5 % de extracción; al aumentar el grosor del fuste del arbolado se observa una disminución en la extracción de madera de mangle.

Por sistema lagunar Laguna de Chacahua y Corralero fueron los sitios con mayor extracción (3.9 y 2.6%); este nivel de extracción es bajo en relación a otros sitios en Chiapas (10.8) y Guerrero (13.9%) (Tovilla 1998; Tovilla et al 2007).

La mortalidad natural de los árboles de mangle fue de 5.3 % en la PCP, y únicamente se registró mortalidad en cuatro de los doce sistemas estudiados: Chacahua-Pastoría-Palmarito registró 3.7 % de mortalidad; mientras que Manialtepec y Tomatal solamente el 0.9 y 0.8 %, respectivamente. *L. racemosa* fue la especie con la mayor mortalidad de árboles (3.9 %); seguido de *A. germinans* con 1.2 %; mientras que *C. erectus* y *R. mangle* registraron el 0.9 y 0.8 %, respectivamente, la mortalidad afecta principalmente al arbolado juvenil y senil.

## **10. Sistemas lagunares Mar Muerto y Laguna Superior, Oaxaca.**

### **10.1. Monitoreo del Manglar**

En la zona del Istmo de Tehuantepec, se realizó el estudio en los sistemas lagunares de Mar Muerto y Laguna Superior. En el sistema lagunar de Mar Muerto, se realizó el estudio del manglar en 20 PMP, distribuidas en siete localidades pertenecientes a los municipios de San Pedro Tapanatepec, San Francisco del Mar y Juchitán de Zaragoza. En el sistema de Laguna Superior, el monitoreo se realizó en nueve PMP, distribuidas en seis localidades de los municipios de San Francisco del Mar, Juchitán de Zaragoza, San Dionisio del Mar y Santa María Xadani. En el sistema de Mar Muerto predomina la asociación de especies de *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans*, mientras en el sistema de Laguna Superior se observa la dominancia de *C. erectus* y *A. germinans*, con ausencia de *R. mangle* y escasa presencia de *L. racemosa*. En ambos sistemas el monitoreo se realizó en cinco mediciones en los años 2009-2018. En todos los sitios estudiados solo se registraron bosques de borde y cuenca, debido a la ausencia de entrada de arroyos y ríos sobre los sistemas lagunares. En el 2018, el monitoreo se realizó en 12 PMP (8 PMP en Mar Muerto y 4 PMP en Laguna Superior), la reducción en el monitoreo se debe a un cambio de uso de suelo, reflejando una afectación causada principalmente por el avance de la frontera agrícola-pecuaria, disminuyendo con esta situación la presencia del manglar (Cuadro 25).

**Cuadro 25. Parcelas de Monitoreo en los sistemas de Mar Muerto y Laguna Superior, Oaxaca.**

Sistema Lagunar	Municipio	LOCALIDAD	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	ESTATUS ACTUAL
MAR MUERTO TAPANATEPEC	SAN PEDRO TAPANATEPEC	PESQUERIA PUERTO PALOMA	BORDE	002PMPOAMM	MONOESPECIFICO	Ce	2	1	MONITOREO CANCELADO
				003PMPOAMM	DOMINANTE	Rm/Ag/Lr	<u>3*</u>	5	MONITOREO PERMANENTE
				004PMPOAMM		Ag/Rm/Lr	<u>4*</u>	5	
				005PMPOAMM		Rm/Lr/Ag	5	3	
		PESQUERIA RANCHO SALINAS		6-1PMPOAMM	MONOESPECIFICO	Rm	6	1	MONITOREO CANCELADO
				010PMPOAMM		Ce	10	1	
				007PMPOAMM	DOMINANTE	Rm/Lr/Ag	7	1	
		008PMPOAMM		Lr/Rm/Ag		8	1		
		RINCON JUAREZ		012PMPOAMM	MONOESPECIFICO	Ce	12	2	
		PESQUERIA GUADALUPE		013PMPOAMM	DOMINANTE	Rm/Lr/Ag	<u>13*</u>	5	MONITOREO PERMANENTE
		PESQUERIA TREJO		011PMPOAMM		Ag/Lr	11	2	MONITOREO CANCELADO
		PESQUERIA RANCHO SALINAS		006PMPOAMM	MONOESPECIFICO	Ag	<u>6</u>	5	MONITOREO PERMANENTE
	PESQUERIA PUERTO PALOMA		001PMPOAMM						
	SAN FRANCISCO DEL MAR	PUENTE ESTERO	BORDE	017PMPOAMM	DOMINANTE	Lr/Ag	16	1	MONITOREO CANCELADO
				16-1PMPOAMM					
				015PMPOAMM					
				020PMPOAMM					
		SAN FRANCISCO VIEJO	CUENCA	018PMPOAMM	DOMINANTE	Ag/Lr	<u>18*</u>	4	MONITOREO CON SUSPENSION
				019PMPOAMM					
AGUACHIL		CUENCA	016PMMOALS	Lr/Ag	<u>16</u>	4	MONITOREO PERMANENTE		
			021PMPOALS					MIXTO	Ag/Va
JUCHITÁN DE ZARAGOZA		PUENTE ESTERO							
LAGUNA SUPERIOR		SAN FRANCISCO DEL MAR	SANTA CRUZ	BORDE	027PMPOALS	DOMINANTE	Lr/Ag/Ce	<u>27*</u>	5
	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	ALVARO OBREGON	028PMPOALS		Ag/Ce		<u>28*</u>	5	
			025PMPOALS		Ag/Ce		<u>25*</u>	4	MONITOREO CANCELADO
	SAN DIONISIO DEL MAR	CHICAPA DE CASTRO	024PMPOALS		MIXTO	Ag/Ce/Lr	<u>24*</u>	5	MONITOREO PERMANENTE
		SAN DIONISIO	023PMPOALS		MONOESPECIFICO	Ce	23	1	MONITOREO CANCELADO
		SANTA CRUZ	022PMPOALS			Ce	22	1	

	SANTA MARIA XADANI	SANTA MARIA XADANI		026PMPOALS		Ce	26	1	
--	-----------------------	--------------------------	--	------------	--	----	----	---	--

\* Parcelas de Monitoreo Permanente (PMP), evaluadas en el presente año

Se registró en un área de 50 m alrededor de cada PMP, la presencia de manglar asociado con otros usos del suelo, predominando las categorías de otra vegetación y otros humedales, así como las categorías agrícola-pecuario y desarrollo antrópico, (Cuadro 26).

Cuadro 26. Usos de suelo y vegetación en un área de 50m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)										
IDPMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaría	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
002PMPOAMM	Ce	1	0	1	0	0	1	1	0	0
003PMPOAMM	Rm/Ag/Lr	1	0	0	0	1	1	0	0	0
004PMPOAMM	Ag/Rm/Lr	0	0	0	0	1	1	0	0	0
005PMPOAMM	Rm/Lr/Ag	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6-1PMPOAMM	Rm	0	0	0	0	1	0	1	1	0
010PMPOAMM	Ce	1	1	0	0	0	1	0	0	0
007PMPOAMM	Rm/Lr/Ag	0	0	0	0	1	0	0	1	0
008PMPOAMM	Lr/Rm/Ag	0	0	0	0	1	0	0	0	0
012PMPOAMM	Ce	0	0	1	0	0	0	1	0	0
013PMPOAMM	Rm/Lr/Ag	0	0	1	0	1	0	1	0	0
014PMPOAMM	Lr/Rm/Ag	0	0	0	0	1	0	0	0	0
011PMPOAMM	Ag/Lr	1	0	0	0	1	1	0	0	0
006PMPOAMM	Ag	1	0	0	0	1	1	1	0	0
001PMPOAMM	Ag	1	0	0	0	1	0	1	0	0
017PMPOAMM	Rm	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16-1PMPOAMM	Lr/Ag	0	0	1	0	1	0	0	0	0
015PMPOAMM	Ce/Va	0	0	0	0	1	0	0	0	0
020PMPOAMM	Lr/Rm	0	0	0	0	1	0	1	0	0
018PMPOAMM	Ag/Lr	0	0	0	0	0	0	1	0	0
019PMPOAMM	Ce/Rm	0	0	1	0	1	0	0	0	0
016PMMOALS	Lr/Ag	0	0	1	0	1	0	0	0	0
021PMPOALS	Ag/Va	0	0	0	0	1	0	0	0	0
027PMPOALS	Lr/Ag/Ce	0	0	1	0	0	0	0	0	0
028PMPOALS	Ag/Ce	0	0	1	0	1	0	1	0	0
025PMPOALS	Ag/Ce	0	0	1	0	0	0	1	0	0
024PMPOALS	Ag/Ce/Lr	0	1	1	0	0	0	1	0	0
023PMPOALS	Ce	0	0	0	0	0	1	1	1	0
022PMPOALS	Ce	0	1	1	0	0	1	0	0	0
026PMPOALS	Ce	0	0	1	0	0	1	1	0	0



Figura 35. Zonación de los rodales de mangle en la ribera oriental de Mar Muerto, aledaña a la localidad de Pesquería de Guadalupe, Oaxaca.

## 10.2. Estructura y composición

Los resultados del monitoreo en estos sistemas lagunares registraron en 2009 un área basal de 595.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, del arbolado en pie, que representan el 91% del área basal total evaluada, un 8% del área basal se registró como extracción forestal, finalmente el 1% del AB está constituida por el arbolado muerto de forma natural. En 2010 y 2011 el área basal del arbolado en pie disminuye en un 29.8%, asociado a una disminución en el porcentaje de extracción y mortalidad de forma natural, sin embargo, el área basal evaluada registro un valor menor a causa del cambio de uso de suelo que se está presentando en el área, registrado debido a esta causa, como la de mayor pérdida de área de mangle, de esta manera en el último período de evaluación (2018), se registró para estos bosques una reducción total del 50.9%, del área basal, en estas pérdidas contribuyeron la mortalidad natural y con un incremento notable la extracción de madera y leña con el (12%) y 13% para la mortalidad natural (Tabla 53, Gráfico 37).

**Tabla 53. Área basal en los sistemas en Mar Muerto y Laguna Superior, Oaxaca.**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie ( $m^2 ha^{-1}$ )	Área basal mortalidad natural ( $m^2 ha^{-1}$ )	Árboles extraídos ( $m^2 ha^{-1}$ )	Área basal Total ( $m^2 ha^{-1}$ )
1	2009	595.6	7.4	50.2	653.3
2	2011	424.7	9.9	5.0	439.6
3	2013	372.4	8.2	1.5	382.1
4	2014	226.6	18.5	36.9	282.0
5	2018	242.4	40.8	37.0	320.2

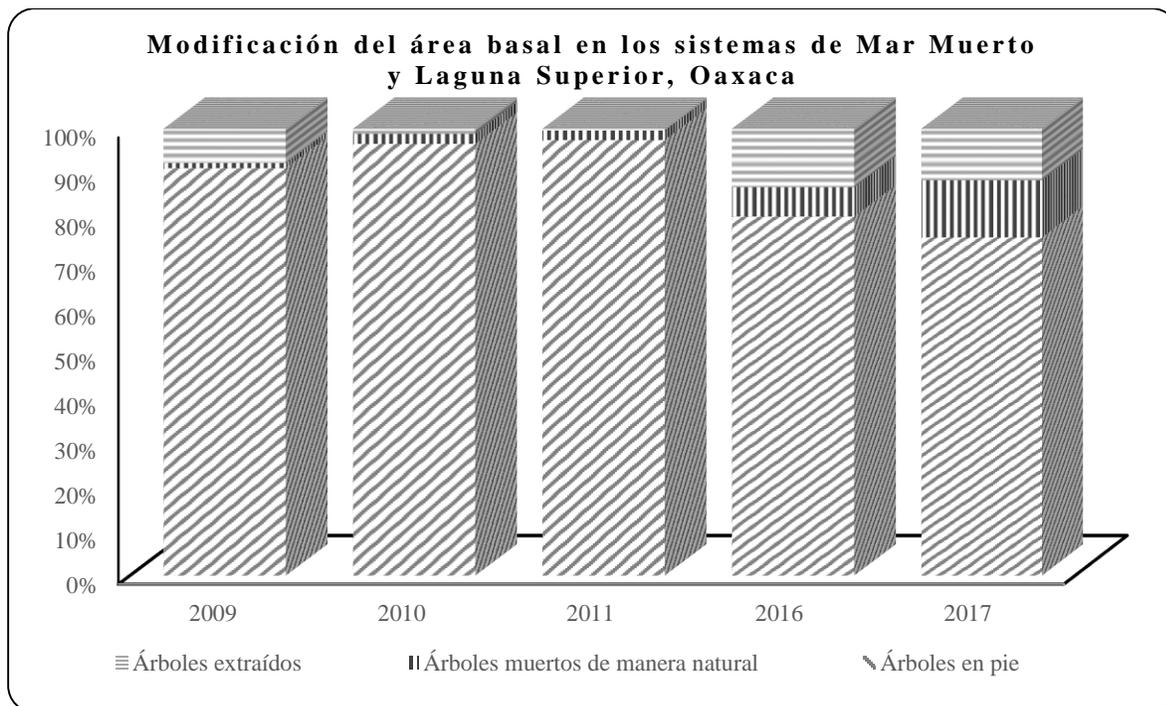
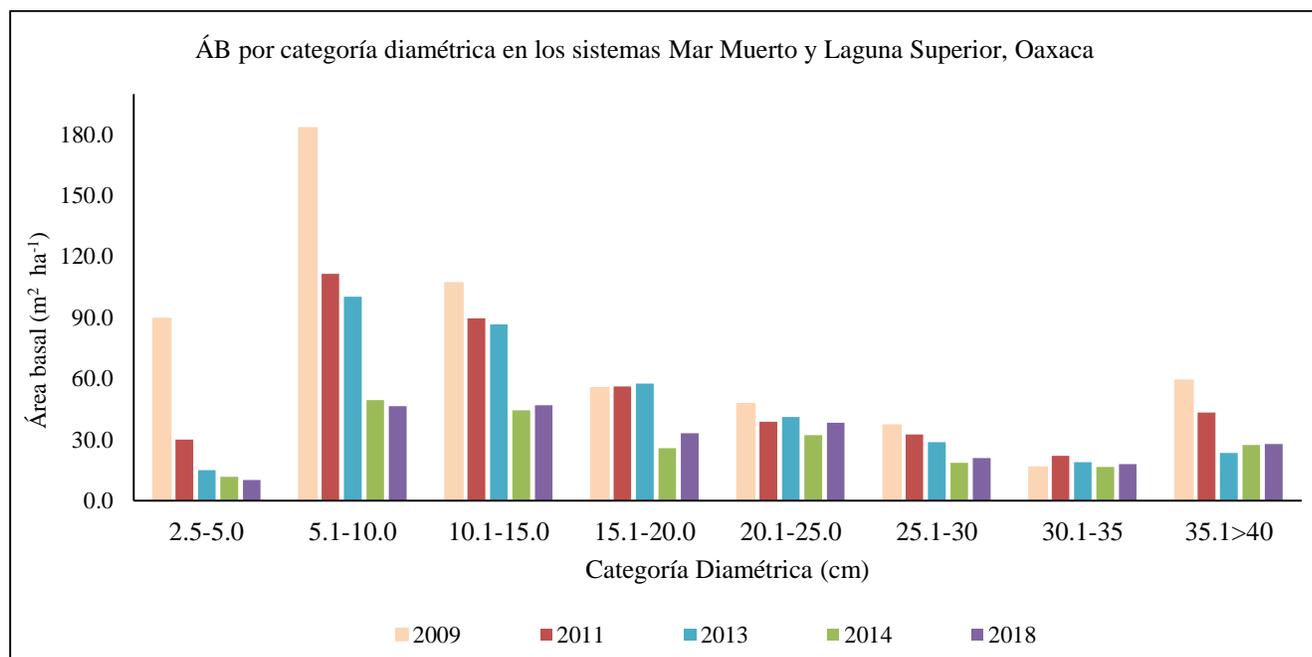


Gráfico 37. Modificación del área basal en los sistemas: Mar Muerto y Laguna Superior, Oaxaca.

La distribución del área basal por categoría diamétrica registró para todas las categorías, (a excepción de los árboles con diámetros de 30.1cm a 35 cm), una reducción en todos los años, siendo el año de 2009 y 2011 los que observaron las áreas basales mayores. Siendo las categorías diamétricas de árboles en fase inicial de crecimiento con diámetros de 2.5 a 5.0cm, así como el arbolado en fase juvenil temprana con diámetros de 5.1 a 15 cm, las categorías en donde se registra una mayor pérdida del área basal evaluada en relación al año inicial (2009), con respecto al año final del estudio (2018), sin embargo, son estas áreas basales las que contribuyen mayormente en el conjunto del arbolado.

En las categorías de arbolado en fase juvenil maduro (mayores a 15.0 cm) así como en arbolado maduro (mayores a 25 cm), la disminución del área basal es menor en relación al arbolado en fase inicial de crecimiento, (Gráfica 32, Tabla 54).

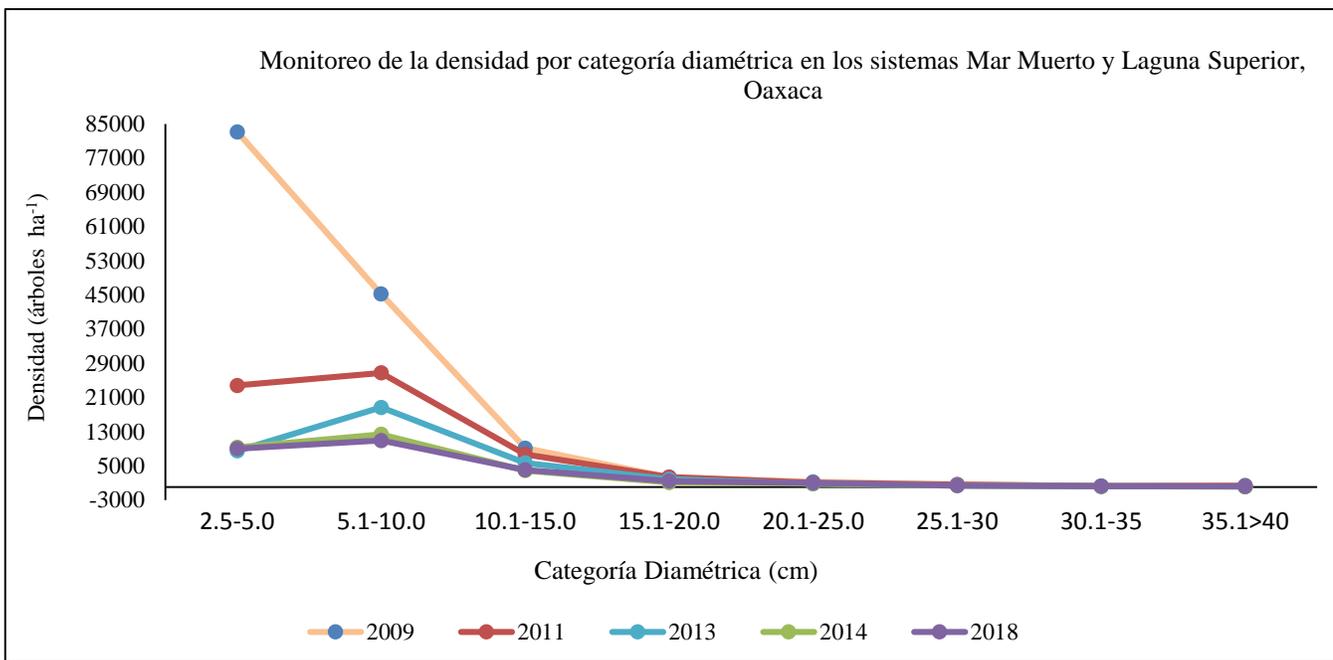


Gráfica 38. Distribución del área basal por categoría diamétrica.

**Tabla 54. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en los sistemas Mar Muerto y Laguna Superior, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	89.5	183.2	107.1	55.4	47.7	37.2	16.6	59.1	595.6
2	2011	30.2	111.6	89.7	56.2	38.8	32.6	22.1	43.4	424.7
3	2013	15.1	100.4	86.7	57.7	41.2	28.8	19.0	23.5	372.4
4	2014	11.8	49.4	44.5	25.9	32.2	18.7	16.6	27.4	226.6
5	2018	10.2	46.5	47.1	33.2	38.4	21.0	18.1	27.9	242.4

La densidad del arbolado por categoría diamétrica, indica en los resultados obtenidos a lo largo del periodo de estudio, como sucede en todos los bosques la mayor pérdida por mortalidad natural y extracción se produce en las dos clases diamétricas iniciales, como sucede con una alta disminución del número de individuos principalmente en las categorías en la fase inicial de crecimiento, (categorías de 2.5 a 10 cm), la disminución de la densidad se registra en las demás categorías diamétricas, (a excepción de los árboles maduros con diámetros de 30 a 35 cm), esta tendencia de menor densidad se observa en cada categoría diamétrica, (Gráfica 33, Tabla 55).



Gráfica 39. Monitoreo de la densidad del arbolado en pie en el sistema de Mar Muerto y Laguna Superior, Oaxaca.

**Tabla 55. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en: Mar Muerto y Laguna Superior, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	83167	45233	9133	2300	1233	633	200	400	142300.0
2	2011	23800	26733	7667	2333	1000	567	267	267	62633.3
3	2013	8500	18650	5650	1825	775	375	175	125	36075.0
4	2014	9300	12350	3875	1100	825	325	200	125	28100.0
5	2018	9025	10925	4025	1400	975	375	225	175	27125.0

En estos bosques a lo largo del estudio se registró un diámetro promedio de 7.0 cm en 2009, incrementándose hasta un diámetro de 9.7 cm al finalizar el estudio en 2018, posiblemente como resultado del crecimiento del arbolado juvenil y maduro durante este tiempo. Una situación semejante al diámetro se registró en la altura total, la cual registró un incremento, de un valor de 6.5 m en 2009, para finalizar con un valor de 7.3 m en 2018, con incrementos notables en 2013 (10.3m), esta situación de incremento es similar en la cobertura arbórea; por el contrario en el caso de la densidad del arbolado el valor disminuye, iniciando en 2009 con un valor de 142, 300 árboles/ha<sup>-1</sup>, y finalizando con un valor de 27, 125 árboles/ha<sup>-1</sup>, esta situación debido en gran medida a la pérdida de mangle por un gran cambio de uso de suelo en varias áreas del Istmo.

En la evaluación de la regeneración natural el valor se incrementa en relación al período inicial de evaluación con un valor final de 198, 571 plántulas/ha<sup>-1</sup>, probablemente esto se debe a que tanto el monitoreo de 2013 y 2018 se realizaron durante le época de lluvias; mientras que los de 2011 y 2014 se realizaron en plena época de secas, donde se observa una elevada mortalidad de plántulas en los bosques, cuando el piso del bosque se reseca en extremo. En el caso del Índice de Complejidad se registra una disminución de este valor iniciando en 2010 con 19 y finalizando con 13, (Tabla 56).

**Tabla 56. Parámetros estructurales en los sistemas de Mar Muerto y Laguna Superior**

Año	Promedio DBH (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2009	7.0	6.5	9.8	14230	19	123,067
2011	8.2	8.4	6.3	6263	28	85,636
2013	9.0	10.2	13.1	3607	22	180,500
2014	8.9	8.7	9.6	2810	14	39,333
2018	9.7	7.3	14.3	2712	13	198,571

### 10.3. Diagnóstico del manglar

En los dos grandes sistemas lagunares de Mar Muerto y Laguna Superior en el Istmo de Tehuantepec, la distribución, estructura y composición de los bosques de mangle son cercanamente similares. Los bosques de mangle situados frente a los sistemas lagunares se diferencian en la sucesión de especies debido a los aportes de ríos o bien a la elevada salinidad del agua. En todos los sitios donde existen entradas de arroyos o ríos, siempre hay la presencia de *R. mangle-L. racemosa* y *A. germinans*; como sucede en las localidades de Río Carnero, Río Ostuta, Río Chicapa, Río Niltepec etc., por el contrario, en los sitios alejados o con carencia de agua dulce, el mangle rojo está ausente y la sucesión de especies está constituida por *A. germinans*, *L. racemosa* y *C. erectus*; si la salinidad intersticial del suelo es más elevada (>50 UPS), desaparece *L. racemosa*, quedando solamente *A. germinans* y *C. erectus*, (Figura 36).

La mayor parte de los sitios están constituidos por la última formación, en los sitios aledaños y ubicados en las áreas arenosas más elevadas aparecen algunos árboles de *P. juliflora* y *L. racemosa*, la mayoría de los bosques son maduro-senil tipo borde o cuenca, ubicado por encima de la máxima inundación de marea y lluvias, estas franjas se extienden desde unos cuantos metros de la orilla de la laguna hasta 1.6 km paralela con bosques desde arbustivos hasta 8-12m



Figura 36. En las planicies lodosas con salinidades elevadas existen rodales monoespecíficos de *A. germinans*; mientras que en los bordes aparece *C. erectus*.

de altura, ocasionalmente están asociado a vegetación terrestre de selva baja subcaducifolia y algunos parches de ciperáceas y/o pastos. En la mayoría de los sitios esta última vegetación ha desaparecido, debido al avance de la agricultura, ganadería e incluso plantaciones de mango, principalmente en las áreas de Chahuites, Puerto Paloma, Tapanatepec, Ixhuatán, etc. En la mayoría de las veces, en la parte exterior de los manglares están cercados por alambradas, lo que indica que durante la época de lluvias se introduce ganado, el cual ramonea la vegetación de plántulas y arbustos. En muchas áreas el manglar ha sido talado.

Esto ha deteriorado fuertemente las áreas de manglar, eliminando las plántulas y arbustos del sitio; incluso en muchos sitios se observan algunos árboles viejos quemados. Actualmente se observa una gran cantidad de tocones de todas las especies, incluido grandes tocones de *A. germinans*. Actualmente solo están quedando los árboles más viejos y deformes de *A. germinans*. En el pasado la parcela estaba constituida por un bosque más denso y compacto de mangle maduro a senil de 10-13m de altura de *L. racemosa*, *C. erectus* y *A. germinans*. En la actualidad, desde hace unos cinco años y en especial en los últimos dos monitoreos, se ha observado una grave extracción de madera y leña en toda la franja de mangle.

En los últimos dos años, la eliminación del mangle botoncillo y blanco ha abierto todo el dosel de la parcela creando una gran claro, estos sitios han sido colonizado por pastizal, halófitas y *Prosopis juliflora*, en los sitios donde el suelo posee más materia orgánica y atrapa algo de agua dulce existen algunos árboles de *Hippomane mancinella*. En la parcela actualmente se ha eliminado hasta un 65% del arbolado original, pasando de una densidad de 14 230 a 2718 en la actualidad. Durante los primeros monitoreos, siempre se encontraron plántulas de *A. germinans*, *C. erectus* y *L. racemosa* en el suelo pasando de una densidad de 123 067 a 198, 571 en la actualidad. En el último monitoreo se observó una gran cantidad de plántulas Tipo A muertas de *L. racemosa* y *A. germinans*, solo se observaron algunas plántulas tipo A, B y C. y arbustos vivos de *A. germinans* y *C. erectus*.

El suelo en estos sitios está casi desprovisto de materia orgánica de hojarasca, con gran cantidad de restos de tocones sobre una base de arena de 80cm de profundidad. Durante la última visita al sitio, se observó el suelo reseco; mientras que el manto freático no se pudo alcanzar hasta 1.5m. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 47-55 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<40 UPS). En el pasado en el suelo había una gran cantidad de galerías de cangrejos; actualmente ya no existen.

*Bajo estas condiciones estos rodales de mangle principalmente en el área de Laguna Superior: Álvaro Obregón, Santa Rosa Xadani, Playa San Vicente, Chicapa de Castro, San Francisco y San Dionisio del Mar, tiende a ir desapareciendo o disminuyendo su estructura a formaciones de manchones aislados en los siguiente años, debido a la elevada extracción de madera-leña de L. racemosa y C. erectus, lo que le favorece por la cercanía de caminos o carreteras, el paso del ganado y personas, lo que compacta el suelo; adicionalmente no existe arbolado juvenil en abundancia.*

En los sitios con entradas de arroyos o agua dulce del manto freático hemos encontrado dos tipos de asociaciones de mangle: Río Niltepec el manglar en la ribera izquierda a lo largo de los últimos 3.2 kilómetros está separado del río por una pequeña terraza de 1.5m de altura y una franja de 10 a 30m de ancho constituido por *L. racemosa* y *A. germinans*; mientras que en el lado contrario, no existe la terraza, y donde el manglar ha colonizado desde la orilla del río, la sucesión inicia con *C. erectus*-*L. racemosa* y *A. germinans*, a medida que el río se acerca a la laguna, en ambos lados esta zonación cambia: *A. germinans*-*L. racemosa* y en la parte más alejada y elevada del terreno surge *C. erectus*. En el caso de Río Ostuta y Carnero la zonación del manglar empieza desde la orilla del río hacia el exterior con *R. mangle*- *A. germinans*-*L. racemosa*. Conforme se avanza hacia la laguna esta zonación cambia a *R. mangle*-*L. racemosa* y *A. germinans*. Dentro de la laguna de Mar Muerto, en las inmediaciones de la desembocadura existe una franja de 15-25m de ancho de *R. mangle* sobre suelo arenoso; mientras que en la parte más elevada de la franja arenosa inmediatamente aparece *C. erectus*, asociado a cactáceas y vegetación de selva baja subcaducifolia, conforme la franja arenosa se aleja de la laguna aparecen cuerpos de agua estacionales formando rodales tipo cuenca, y donde *A. germinans* es la única especie sobre suelos limo-arenosos de 50-70cm de profundidad con >55 UPS de salinidad en el suelo. Por otro lado, en la ribera derecha del Río Chicapa, el manglar en 1.1km está separado del manglar por un pequeño bordo de 1.8 m de altura y hasta 5-8 m de ancho, en el lado contrario el manglar ha sido deforestado por la agricultura y ganadería. En esta ribera el manglar está constituido por *L. racemosa* y *A. germinans*, pasando el puente de la carretera la salinidad se incrementa fuertemente en la cercanía de la laguna, el borde desaparece y la zonación cambia a: *A. germinans*-*C. erectus*. En el caso de la zonación en Río Niltepec, la franja de mangle blanco inicia a unos 30m de la orilla del río, sobre una pequeña depresión del terreno, donde las especies de mangle dominante están constituidas por *L. racemosa* y *A. germinans*, constituyendo un rodal tipo cuenca, con árboles de maduro-senil a ambos lados del río, por arriba del nivel máximo de inundación se extiende una franja de unos 10m de mangle botoncillo senil, asociado a vegetación terrestre de selva baja subcaducifolia de 8-12m de altura, incluso existen algunas cactáceas. En el pasado (2009), la parcela estaba constituida por un bosque denso y compacto de mangle maduro a senil de 10-16m de altura de *L. racemosa* y *A. germinans*. En la actualidad, el lado Este y Sur de la parcela está cubierta por una franja de mangle de hasta 250m de ancho, la cual se prolonga hacia laguna Superior a lo largo de 3.5km (Figura 37).



Figura 37. Zonación de los rodales de mangle asociados a la desembocadura de los ríos y arroyos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

En los últimos dos años toda la franja de mangle blanco, ha estado sujeta a la extracción de madera de mangle y vegetación terrestre, esta última está siendo extraída en mayor cantidad, para utilizarse como postes en la construcción doméstica y en los cercados para la pesca aledaños.

Actualmente se ha eliminado hasta un 10% del arbolado original, pasando en 2009 de una densidad de 6089 a 1456 árboles/ha en 2018; mientras que en Río Ostuta y Carnero la densidad fue menor entre ambos periodos: 4307-1233 y 5098-1579. Durante los primeros monitoreos (2009-2011) siempre se encontraron plántulas de *A. germinans* y *L. racemosa* en el suelo; en el último monitoreo no se registraron plántulas de ninguna especie, debido a que el suelo estaba completamente inundado >30cm en julio de 2018. Adicionalmente no existe arbolado juvenil en toda el área del río.

El suelo está constituido por una capa de materia orgánica de hojarasca, troncos y palizada de 20-35 cm de espesor sobre una base de limo y arena de hasta 60cm de profundidad. Durante la última visita al sitio, se observó que el suelo estaba ligeramente húmedo. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 38-45 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<35 UPS).

Bajo esta condición estos rodales de mangle pueden mantenerse en su totalidad en los siguientes años, debido a la lejanía de las comunidades, caminos y carretera. Esto a pesar que el área limítrofe con el manglar está fuertemente presionada por el avance de los cultivos.



Figura 38. En la desembocadura del río Tehuantepec en el Estero La Ventosa existe una asociación de *R. mangle* y *L. racemosa*.

## 10.2. Sistema lagunar La Ventosa

### 10.2.1. Monitoreo del Manglar

En la zona conocida como “Estero La Ventosa” municipio de Salina Cruz, se realizó el estudio en cinco PMP. Se encontraron bosques de mangle tipo cuenca, borde y ribereño, predominando en los dos tipos de bosques iniciales las especies de *A. germinans* y *C. erectus*, Mientras que sobre la desembocadura del Río Tehuantepec existe la asociación de *R. mangle* y *L. racemosa* (Figura 38). El estudio inicia en 2010 finalizando en 2017, se realizaron en ese período cuatro mediciones; posteriormente en 2011 se agregan dos PMP al monitoreo, (61APMPOAL0V y 61BPMPOALV), en las cuales se registran las especies de *R. mangle* y *L. racemosa* (Cuadro 27), en ese año se registró la cancelación de una PMP, y la suspensión de un monitoreo en otra PMP, sin embargo, en el siguiente monitoreo se volvió a realizar la medición del sitio.

Cuadro 27. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema La Ventosa, Oaxaca								
Municipio	LOCALIDAD	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	ESTATUS ACTUAL
SALINA CRUZ	LA VENTOSA	CUENCA	059PMPOALV	MIXTO	Ag/Ce	59	4	MONITOREO PERMANENTE
		BORDE	060PMPOALV		Ag/Ce	60	3	MONITOREO CON SUSPENSION
			061PMPOALV		Ag/Ce	0	2	MONITOREO CANCELADO
			61APMPOALV		Ag/Ce/Lr/Rm	61 <sup>a</sup>	3	MONITOREO PERMANENTE
		RIBEREÑO	61BPMPOALV	DOMINANTE	Lr/Rm	61B	3	MONITOREO PERMANENTE

En el área aledaña a las PMP (en un área de 500 m a la redonda), por el gran impacto que genera la refinera de Salina Cruz, se registró el uso del suelo en una distancia mayor a >300 m. En esta área se observa también vegetación secundaria incluido los pastizales; así como caminos, brechas y alambradas que facilitan el acceso al mar, la playa, al manglar, y delimitan los terrenos de las áreas de mangle que han establecido los propietarios de terrenos aledaños de manera arbitraria, incluso algunos terrenos desprovistos de vegetación o contaminados que existen aledaños al área de estudio (Cuadro 28). Todo este sistema está sumamente deteriorado y contaminado por basura y se ha modificado constantemente los flujos de agua.

Cuadro 28. Usos de suelo y vegetación en un área de 500 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)

PMP	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
059PMPOALV	1	0	0	0	5	1	7	1	0
060PMPOALV	1	0	1	0	5	1	0	1	0
061PMPOALV	1	0	0	0	5	1	0	1	0
61APMPOALV	1	0	1	0	5	1	7	0	0
61BPMPOALV	0	0	1	0	1	0	0	0	0

### 10.2.2. Estructura y composición

En el período inicial (2010) se registra un área basal de 86.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, debido a la incorporación de 2 PMP en 2011, el área basal evaluada se incrementó a 157.9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, sin embargo, en la evaluación final se registra una disminución de éste valor al obtener 151.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; en la evaluación del área basal por arbolado muerto de forma natural, en el año 2013 se registra un valor superior en comparación con los otros períodos de medición al obtener un valor de 10.5 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, que representa un 11% del área basal total evaluada para ese año; en relación al área basal por extracción forestal, se obtiene un valor de 10.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, el cual es similar al registrado en 2010, (Tabla 57, Gráfico 40).

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal árboles muertos de manera natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	86.6	1.5	10.6	98.7
2	2011	157.9	2.8	0.8	161.5
3	2013	138.9	10.5	0.0	149.4
4	2017	151.6	5.2	10.6	167.5

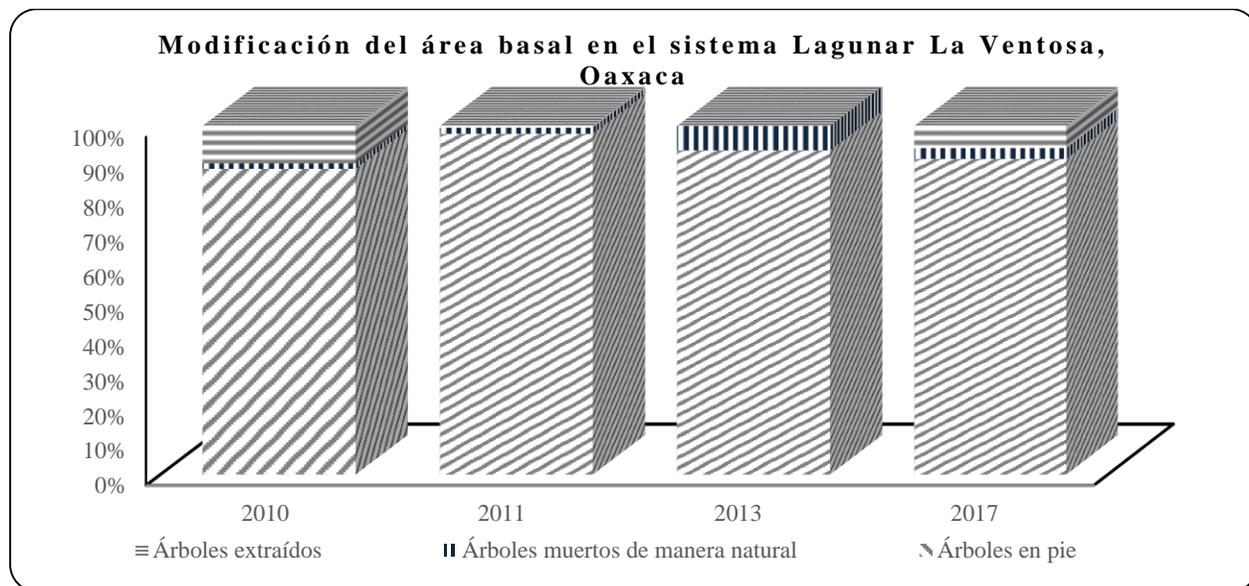
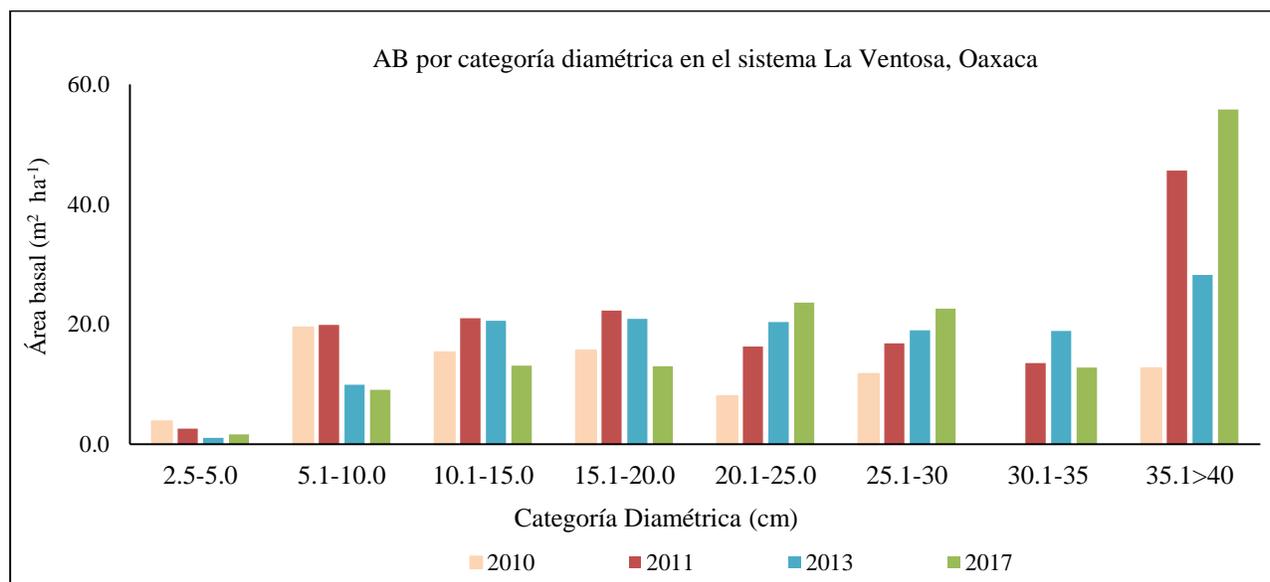


Gráfico 40. Modificación del área basal en el sistema La Ventosa, Oaxaca.

El valor del área basal registró una tendencia a disminuir para cada las primeras cuatro categorías diamétricas; sin embargo, es en los diámetros menores de 2.5 a 20 cm, en donde este fenómeno se

hace más evidente esta tendencia, siendo el año de 2017 donde se cuantificaron los valores más bajos, indicando que no existe un proceso de renuevo del bosque al tener menores individuos en la fase inicial e intermedia de crecimiento; Solamente en los árboles maduros con diámetros mayores a 20.1 cm, se observa que el área basal se incrementa, sin embargo esto se debe al incremento en el tamaño de las parcelas (300 a 400m<sup>2</sup>), finalmente es el arbolado senil (35.1 >40cm) el que aporta las mayores dimensiones al área basal, en general se observa una tendencia a disminuir el área basal en los distintos períodos de medición, con excepción del arbolado senil donde se registró los mayores valores en 2017, (Gráfico 41, Tabla 58).

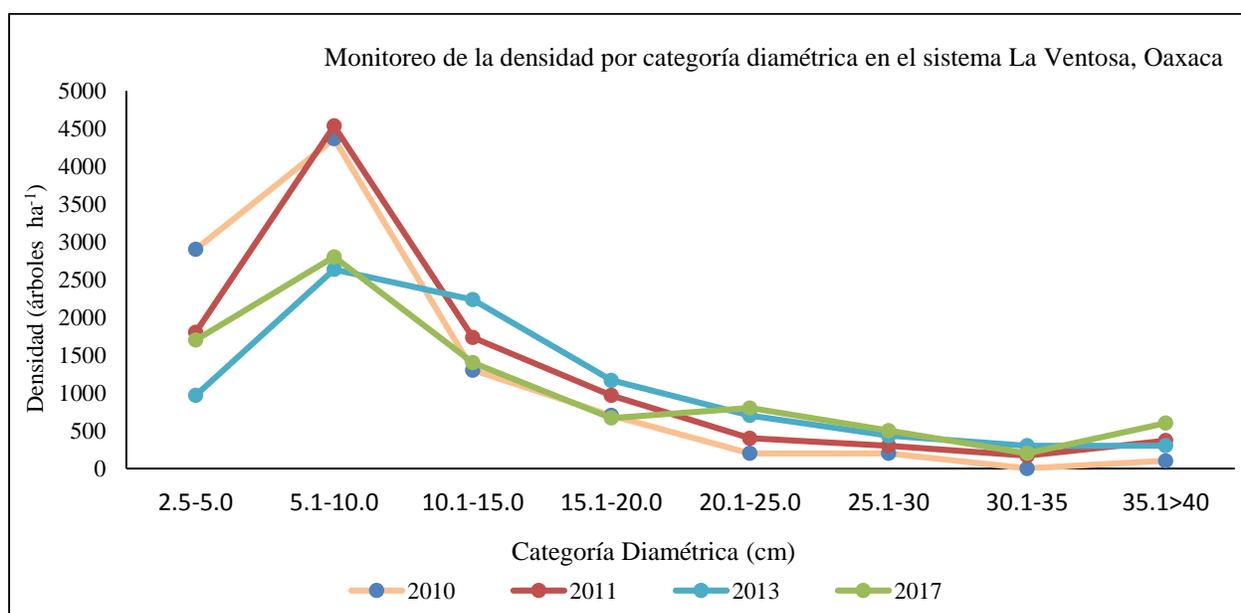


Gráfica 41. Distribución del área basal por categorías diamétricas en La Ventosa.

**Tabla 58. Área basal (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema La Ventosa, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1 >40 cm	Total /anual
1	2010	3.8	19.5	15.3	15.6	8.0	11.7	0.0	12.7	86.6
2	2011	2.6	19.9	21.0	22.3	16.3	16.8	13.5	45.6	157.9
3	2013	1.1	9.9	20.6	20.9	20.4	19.0	18.9	28.2	138.9
4	2017	1.6	9.1	13.1	13.0	23.6	22.6	12.8	55.8	151.6

En la densidad del arbolado se observa en todos los años un fuerte incremento en el número de árboles juveniles a juveniles-maduros (2.5 a 10,0 cm), lo cual sucede en todos los bosques tanto tipo cuenca como de borde en la mayoría de los sistemas lagunares del istmo, situación que también se registra en el área basal. Si bien es cierto, que la disminución de la densidad del arbolado es mayor a medida que se incrementa el diámetro del arbolado, en este sistema en todas las categorías diamétricas en los arboles maduros a seniles siempre se encontró un buen número de árboles en todas las categorías, ésta es más visible en las tres categorías diamétricas; en el arbolado en fase de madurez del bosque (10.0-25.0 cm), se registra una incorporación de individuos, generalmente estos individuos son arbolado torcido o chuecos o postrados, los cuales no fueron aprovechados por los leñadores; sin embargo, es en esta categoría en donde también se registra en los último dos monitoreos gran cantidad de árboles extraídos, situación que disminuye fuertemente el área basal, (Gráfica 42 y Tabla 59).



Gráfica 42. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema La Ventosa, Oaxaca.

**Tabla 59. Densidad de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema La Ventosa, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	2900	4367	1300	700	200	200	68	100	9766.7
2	2011	1800	4533	1733	967	400	300	167	367	10266.7
3	2013	967	2633	2233	1167	700	433	300	300	8733.3
4	2017	1700	2800	1400	667	800	500	200	600	8666.7

En el diámetro promedio cuantificado en todo el arbolado del sistema, registró un valor de 8.9 cm en 2010, incrementado en cada monitoreo para finalizar con un valor de 13.9 cm, incremento muy notable que coincide con el incremento en la densidad en las tres primeras clases diamétricas; en el caso de la altura total promedio, el valor inicial fue de 6.8 m, finalizando con un valor de 12.3 m, sin embargo, en la cobertura arbórea el valor obtenido es menor en relación al primer año de evaluación, esto probablemente se debe a competencia por espacio entre los arboles nuevos que se van incorporando al dosel y la caída de árboles viejos que aportaban mucho al área basal en conjunto. Se registró la regeneración natural que incrementa el valor entre el inicio y final del monitoreo (12,000 y 26,000 plantas/ha), aunque estos valores son muy bajos comparativamente con otros rodales. Adicional a que en dos ocasiones no se registraron plántulas debido a que el suelo estaba muy inundado, esto se debe a que la mayoría de las plántulas eran menores a los 10 cm, la regeneración se presenta en los manchones ubicados en las áreas más elevadas del piso del bosque, con plántulas que se mueren una vez llega el período de lluvia, este proceso de escasa regeneración se observa en la cuantificación del área basal, en donde no se observan nuevos reclutas en todos los bosques, al no incorporarse nuevos individuos con diámetro mayores a 2.5 cm; en el índice de Complejidad, se registra un incremento del valor de 18 en 2010 a 25 cm en 2017, situación que se debe posiblemente al sumar al área de estudio PMP con presencia de dos o más especies, (Tabla, 60).

**Tabla 60. Parámetros estructurales en el sistema La Ventosa, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (arboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2010	8.9	6.8	11.9	976	18	12,000
2011	12.0	10.6	14.4	1026	36	0
2013	14.0	11.5	14.4	873	27	0
2017	13.9	12.3	9.6	866	25	26,000



Figura 39. Rodales maduros y degradados en el sistema de Estero La Ventosa, Oaxaca.

### 10.2.3. Diagnóstico del manglar

En estos bosques durante este tiempo, se ha extraído una buena parte de la vegetación juvenil de mangle blanco y botoncillo; esta extracción afecta principalmente a los individuos de 3-7cm de DAP, como varas de hasta 2.5-4m de largo, para la construcción doméstica y de los tapos y empalizadas que son muy abundantes en toda la zona, utilizadas en la pesca de camarón. Esto ha provocado la pérdida de hasta un 38% del arbolado original. En el pasado el sitio estaba constituido por un bosque compacto maduro de *A. germinans* con buena cantidad árboles juveniles a maduro de *L. racemosa*, al pasar de una densidad de 976 a 866 árboles/ha en la actualidad.

La extracción de madera en estos rodales mostro extremos y valores similares entre 2009 y 2017 (10.6 a 10.9), con valores intermedios muy bajos en 2011 y 2013. El sistema está fuertemente alterado frente al mar y en los rodales de mangle madresal dentro del estero, formándose rodales residuales con árboles viejos-maduros, la mayoría de ellos inclinados o torcidos; así en estos rodales ya no existe arbolado juvenil-maduro de *L. racemosa* aprovechable. Por el contrario, en la desembocadura del Río Tehuantepec se ha mantenido, el sitio, aunque, presenta una densidad baja de individuos se ve saludable, con algunos árboles muertos y algunos tocones.

En la periferia del sitio, en algunas áreas emergidas se ha observado la invasión de herbáceas como pastos y ciperáceas, incluso la halófito *Batis maritima* en los sitios donde el incremento de la salinidad ha sido constante en los últimos ocho años. Durante los primeros monitoreos siempre se encontraron plántulas de *A. germinans* y *L. racemosa* en el sotobosque, en el último monitoreo debido a que el sitio estaba inundado (20cm), no había plántulas. El suelo está constituido por una capa de materia orgánica de hojarasca y palizada de 2-3 cm de espesor, sobre una base de limo de hasta 75cm de profundidad. Durante la última visita al sitio en julio de 2018, el suelo estaba completamente inundado. El nivel de salinidad intersticial en secas era de 48-65 UPS, mientras que en la época de lluvias (julio) los valores disminuyen (<40 UPS).

*Bajo esta condición el sitio en el futuro tiende a hacerse un bosque residual senil-maduro debido a que el arbolado de mejor calidad se está perdiendo, esto incrementado por la reducida capacidad del arbolado a producir propágulos. Hacia la desembocadura del Río Tehuantepec el manglar presenta mejores condiciones y es posible que en los siguientes años se mantenga saludable, debido al aporte de agua dulce que recibe, a pesar de que hacia la periferia la franja de mangle está delimitada por área de cultivos, la cual está ejerciendo una presión sobre todo el sistema. Adicional a esto, los últimos seis años se han caracterizado por la presencia de años extraordinariamente secos como sucedió en 2013-2015 y 2017.*

### **10.3. Sistema lagunar de Guelaguichi y Morro de Mazatán**

#### **10.3.1. Monitoreo del Manglar**

En el sistema lagunar Morro de Mazatán, se realizó el estudio de los manglares en cinco PMP, localizadas en el área de influencia del lugar denominado “Playa Cangrejo”, del municipio de Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca; las PMP, se caracterizan por presentar solo manglares de tipo borde, en las cuales existen bosques monoespecíficos de *L. racemosa* y *C. erectus*, (Figura 39), así como bosques mixtos. El monitoreo inicio en 2010, realizando cuatro mediciones y finalizaron en el 2017, en 2011 al monitoreo se agrega la PMP 065APMPOAMM, (Cuadro 29).

Cuadro 29. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema de Guelaguichi y							
Morro de Mazatán, Oaxaca							
Municipio	Localidad	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	PLAYA CANGREJO	062PMPOAMM	MONOESPECIFICO	Lr	62	4	MONITOREO PERMANENTE
		063PMPOAMM		Ce	63	4	
		065APMPOAMM		Lr	64	4	
		064PMPOAMM	MIXTO	Lr/Ag	65	4	
		065PMPOAMM		Rm/Lr/Ce	65 <sup>a</sup>	3	

En la zona aledaña a las PMP, en un área de 50 m a la redonda se registró el tipo de asociación de los manglares con vegetación secundaria, así como áreas con fuertes procesos de degradación por la cercanía a las áreas agrícola-pecuaria, con fuerte demanda de agua dulce sobre los humedales, ríos y arroyos cercanos. (Cuadro 30). Todos los manglares de este sistema están alterados por las actividades como la agricultura y ganadería primitiva.

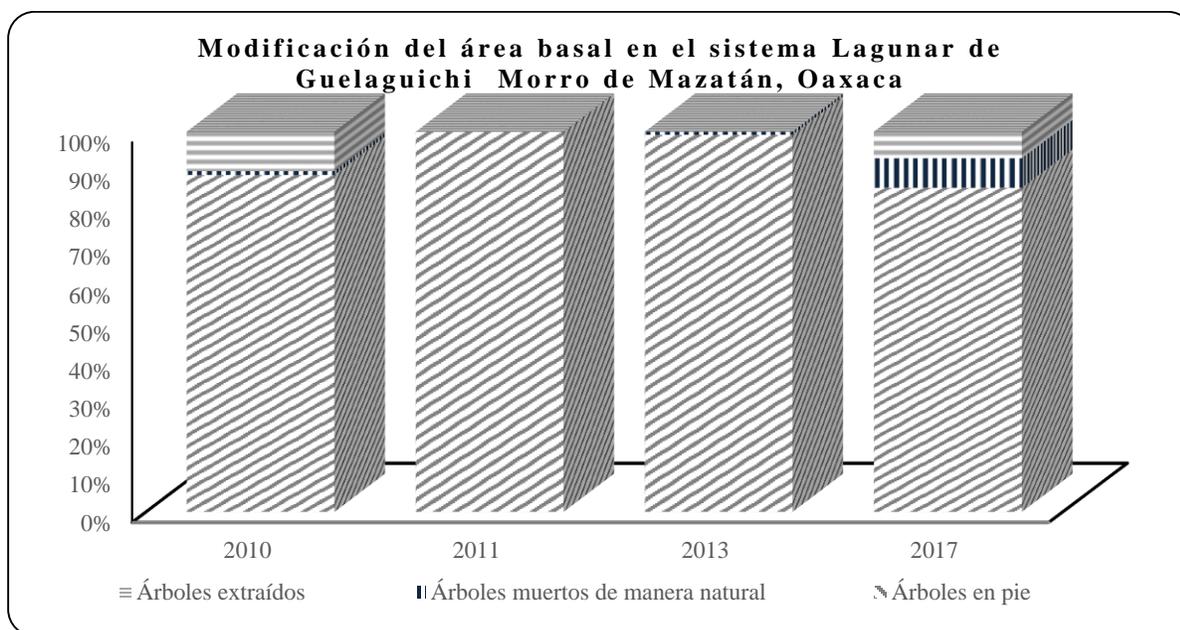
Cuadro 30. Usos de suelo y vegetación en el área aledaña 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), uso del suelo (1)										
PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
062PMPOAMM	Lr	1	1	1	1	1	1	1	1	0
063PMPOAMM	Ce	1	1	1	0	0	1	0	1	0
064PMPOAMM	Lr	1	1	1	0	1	1	0	0	0
65APMPOAMM	Lr/Ag	1	1	1	1	1	1	0	0	0
065PMPOAMM	Rm/Lr/Ce	1	1	1	1	0	1	1	1	0

### 10.3.2. Estructura y composición

En este sistema lagunar el valor inicial del área basal estimada del arbolado en pie fue de 246.4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, con un fuerte incremento en 2011 a 335.4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, reduciéndose en la evaluación final en 2017 a un valor de 246.8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, valor similar que se obtiene en el período inicial de la evaluación. Para el caso de la mortalidad natural el valor registrado en 2010 fue de 2.8%, con valores mínimos en los dos monitoreos siguientes; por el contrario, durante el año de 2017 la mortalidad se incrementó sustancialmente hasta alcanzar 22.3%. Finalmente, para la extracción forestal, en el primer año de evaluación la extracción fue de 28.8%, desapareciendo en los dos monitoreos siguientes; por el contrario, en 2017 nuevamente la extracción se elevó hasta 20.2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (Tabla 61, Gráfico 43).

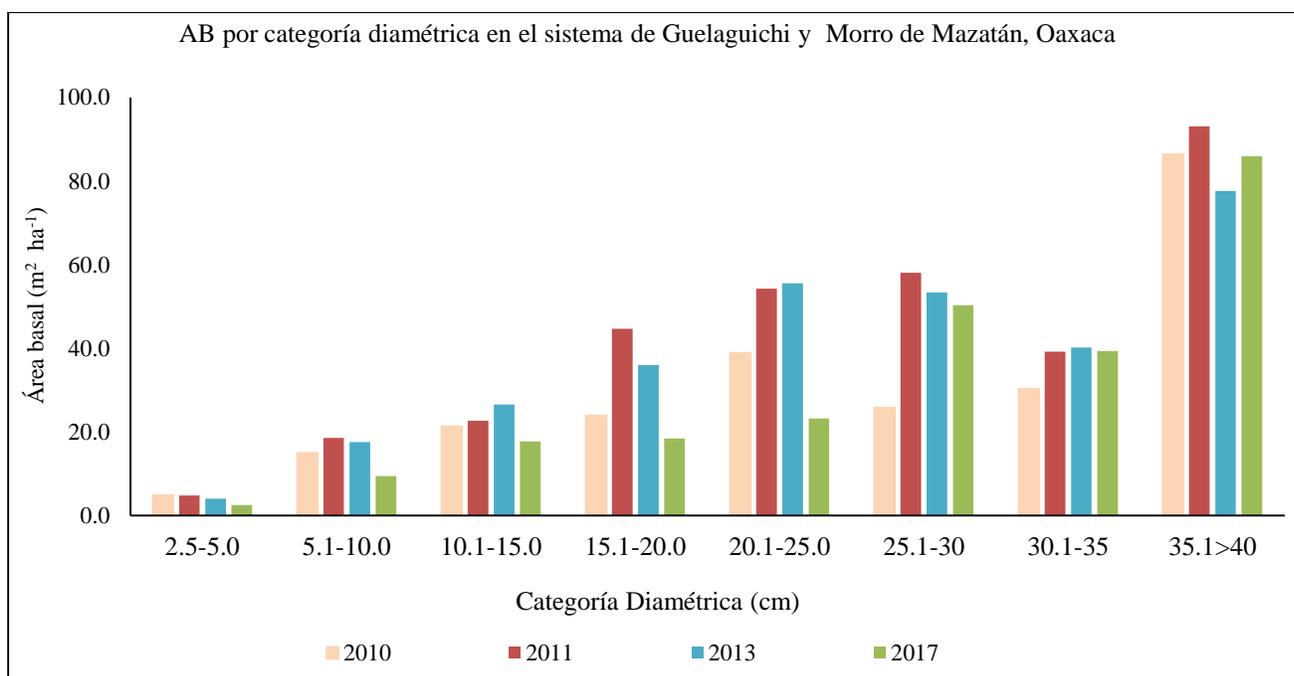
**Tabla 61. Área basal en el sistema de Guelaguichi Morro de Mazatán, Oaxaca**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	246.4	2.8	28.8	277.9
2	2011	335.4	0.1	0.0	335.4
3	2013	310.9	2.5	0.0	313.4
4	2017	246.8	22.3	20.2	289.4



**Gráfico 43. Modificación del área basal en el sistema de Guelaguichi Morro de Mazatán, Oaxaca.**

La distribución del área basal en cada categoría diamétrica indica que los manglares de esta zona se componen de árboles maduros a seniles, con presencia de un bosque maduro, con área basal para el arbolado de las primeras tres clases diamétricas en incremento, mientras que en la clase de 15.1-20.0cm presentó áreas basales heterogéneas a lo largo del estudio. Posteriormente en las clases siguiente (20.1-30cm) se registra un incremento notable en el área basal. Mientras que la clase siguiente registró un valor menor, finalizando con los árboles seniles con un incremento muy importante para todo el arbolado en todos los años estudiados. En las primeras cinco clases el último monitoreo fue el que registró el menor valor en este atributo dasométrico. La mayor área basal para estos bosques la aportan los árboles más seniles (35.1>40 cm), esto es notable debido a que esta área basal la aportan principalmente el arbolado de *L. racemosa*, (Gráfico 44, Tabla 62).

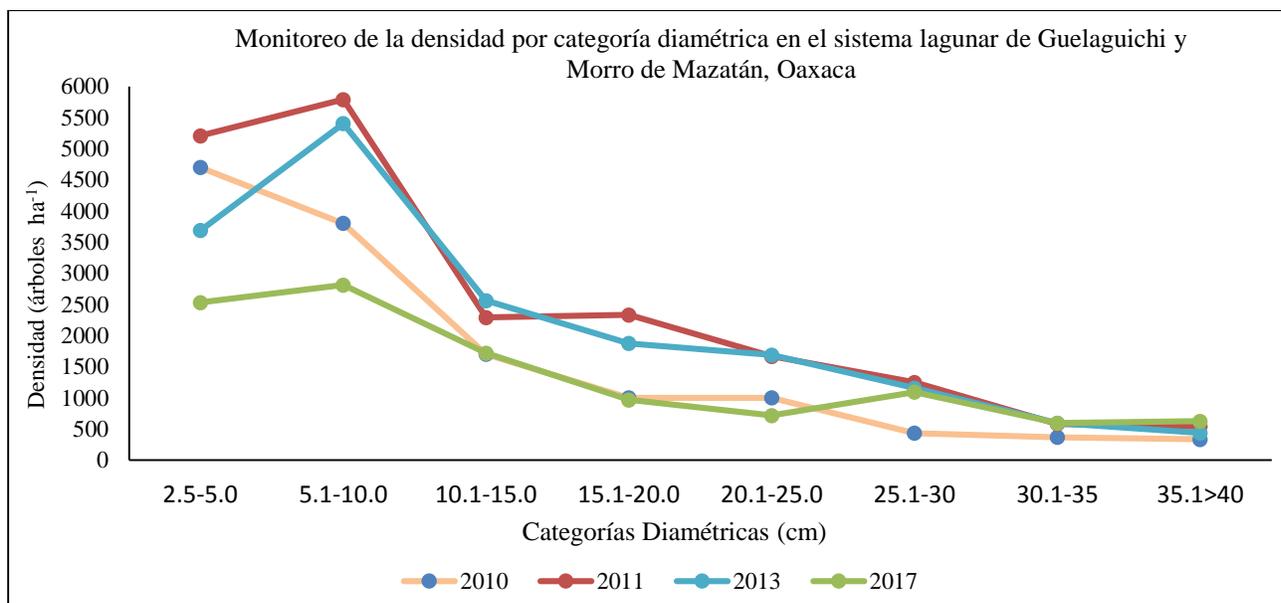


Gráfica 44. Categorías diamétricas del área basal en el sistema de Guelaguichi Morro de Mazatán, Oaxaca.

**Tabla 62. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Guelaguichi y Morro de Mazatán, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	4.9	15.0	21.3	23.9	38.9	25.8	30.3	86.4	246.4
2	2011	4.8	18.6	22.7	44.6	54.3	58.1	39.2	93.1	335.4
3	2013	4.0	17.6	26.5	36.0	55.6	53.3	40.2	77.6	310.9
4	2017	2.5	9.4	17.7	18.4	23.2	50.3	39.3	85.9	246.8

Se registró una disminución en la densidad del arbolado en las categorías diamétricas de 2.5 a 5.0 cm, posteriormente la mayor densidad en el arbolado se observó en la categoría de 5.1-10.0cm en los años siguientes disminuye la densidad del arbolado; sin embargo, la disminución es mínima; en el arbolado adulto se incrementa la densidad en las dos últimas clases, debido a la incorporación de individuos de esos diámetros al monitoreo, 2011 es un año que registra una densidad notable de árboles en todas las categorías de áreas basales. (Gráfica 45, Tabla 63).



Gráfica 45. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema de Guelaguichi y Morro de Mazatán, Oaxaca.

**Tabla 63. Densidad de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema de Guelaguichi y Morro de Mazatán, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	4700	3800	1700	1000	1000	433	367	333	13333.3
2	2011	5208	5792	2292	2333	1667	1250	583	542	19666.7
3	2013	3688	5406	2563	1875	1688	1156	594	438	17406.3
4	2017	2531	2813	1719	969	719	1094	594	625	11062.5

El diámetro promedio que se registró en 2010 fue de 11.6 cm, en todo momento se observó un incremento en el grosor del arbolado, finalizando con un incremento en el diámetro de 15.2 cm, esta situación es similar con la altura total promedio del arbolado, con 12.3 m pasando al final del estudio a una altura total promedio de 17.6 m, ambos parámetros indican la madurez en el arbolado del sistema; en la cobertura arbórea, también se registró un incremento, siendo el año de 2013 donde se registró la mayor cobertura (36.1 m<sup>2</sup>). La densidad promedio registro también una disminución en el arbolado, siendo los años 2011 y 2013, los que registraron las mayores densidades, sin embargo esto es congruente con el incremento en los otros parámetros dasométricos del arbolado; para el Índice de Complejidad de Holdridge, el valor disminuye ampliamente al registrar 55 en 2009 y finalizar en 26, esto es resultado de un procesos de alteración constantes que presentan los bosques en este periodo, siendo los años 2011 y 2013 donde este parámetro fue mayor de todo el estudio.

Finalmente, en el caso de la regeneración natural de los bosques se registró una disminución sobresaliente a lo largo del periodo de estudio, estos resultados pueden ser medianamente indicativos, algunas de las evaluaciones se realizaron en plena época de estiaje, cuando los bosques presentan el suelo sumamente seco y donde la mortalidad de plántulas se eleva en forma exponencial, como sucedió en 2017. El uso del agua por la agricultura en las áreas cercanas, está provocando una elevada mortalidad durante todo el año, más allá del estiaje, por lo que esto es un panorama crítico para la renovación del bosque de manglar de esta zona, (Tabla 64).

**Tabla 64. Parámetros estructurales en el sistema de Guelaguichi y Morro de Mazatán, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2010	11.6	12.3	14.6	1333	55	322,667
2011	13.4	14.7	19.8	1966	60	297,356
2013	13.7	18.0	36.1	1740	65	252,000
2017	15.2	17.6	23.4	1106	26	16,000

### 10.3.3. Diagnóstico del manglar

En tres sitios la especie dominante es *L. racemosa*, con fustes maduros de buen porte, en los otros dos sitios la especie es *R. mangle* con mangle blanco; mientras que *C. erectus* constituye un bosque monoespecífico en el último sitio. Esto es producto de la entrada de agua dulce a la mayor parte de los manglares de este sistema lagunar.

El área de trabajo constituye un bosque de borde que corre paralelo a la orilla de la playa, a lo largo de un estero y sobre una pequeña depresión y franja de mangle dominante constituido por *L. racemosa* y *R. mangle*-*L. racemosa* con algunos árboles de *A. germinans*, en todos los sitios estudiados predominan bosques maduros-seniles a ambos lados del estero, incluso en algunos sitios aparece una asociación de selva baja subcaducifolia con gran cantidad de la palma *Sabal mexicana*; mientras que hacia la playa por arriba del nivel máximo de inundación se extiende una franja de unos 25m de mangle botoncillo senil, muchos de los árboles más viejos están postrados sobre el suelo, asociados a vegetación terrestre de selva baja subcaducifolia y algunas cactáceas de 8-12m de altura. En el pasado el bosque estaba constituido por rodales más densos con arbolado maduro a senil de 10-18m de altura de *L. racemosa* y con algunos árboles de *R. mangle* y *A. germinans*. En el piso del bosque existe una gran cantidad de la herbácea *Crinum erubescens*, el cual en el pasado era más denso, y durante julio-septiembre presentaban una gran floración.



Figura 40. En los bosques se observó gran cantidad de galerías de cangrejos del género *Gecarcinus* sp.

En los últimos dos años, toda la franja de mangle, ha estado sujeta a una gran extracción de madera de mangle y vegetación terrestre, esta última está siendo extraída en mayor cantidad, para utilizarse como postes en la construcción de las palapas en la comunidad aledaña principalmente durante la Semana Santa, donde llegan una gran cantidad de visitantes. Así en la actualidad está quedando solo el arbolado más maduro y viejo en estos bosques.

Durante los primeros monitoreos siempre se encontraron plántulas de *L. racemosa* en el suelo; en el último monitoreo no se registraron plántulas de ninguna especie, probablemente porque el suelo está cubierto por *C. erubescen*.

El suelo está constituido por una capa de materia orgánica constituida por gran cantidad de hojarasca, troncos y palizada de 10-15 cm de espesor sobre una base de limo y arena de hasta 70cm de profundidad. Durante todos los monitoreos se observó que el suelo estaba medianamente inundado a húmedo, debido a ello todo el suelo está cubierto por una gran cantidad de galerías de cangrejos de gran tamaño del género *Gecarcinus* sp (Figura 40). Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron bajos de 34-40 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<30 UPS).

En algunas comunidades aledañas se registró el uso de la madera de mangle de *L. racemosa* y *C. erectus* como postes en los potreros, incluso la madera de mangle botoncillo para hacer leña y carbón, así se registraron hasta tres sitios donde existen hornos para la producción de carbón (Figura 41).

*Bajo esta condición el sitio tiende a mantenerse en su totalidad, siempre y cuando la extracción de madera, leña y carbón; así como las fronteras agropecuarias no avancen sobre el manglar, y la demanda de agua dulce no se incremente. En ninguno de los monitoreos se observó la presencia de arbolado juvenil de *L. racemosa*.*



Figura 41. Actualmente buena parte del arbolado viejo, está siendo utilizado en la extracción de leña y para fabricar carbón.

## 10.4. Sistema lagunar Garrapatero

### 10.4.1. Monitoreo del Manglar



Figura 42. En este sistema lagunar el arbolado de *C. erectus* presenta gran cantidad de raíces aéreas.

Los manglares del sistema lagunar de Garrapatero fueron estudiados por medio de 3 PMP, agregando en 2011 una unidad más de estudio. Se realizaron cuatro monitoreos, iniciando en 2010 y finalizando en 2017, durante el monitoreo, una PMP fue evaluada en 2009, suspendiendo su evaluación durante dos períodos y reanudando el estudio en 2017. Los manglares estudiados están constituidos por bosques dominantes de *A. germinans* y *C. erectus*, así como una PMP con bosques mixtos, asociándose *L. racemosa*, con las dos especies dominantes, estos bosques se clasifican como manglares de tipo borde, (Cuadro 31, Figura 42).

Cuadro 31. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema Garrapatero, Oaxaca								
Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabi	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	GARRAPATERO	BORDE	119PMPOAGA	MIXTO	Ag/Ce/Lr	119	4	MONITOREO PERMANENTE
			120PMPOAGA	DOMINANTE	Ce/Lr/Ag	120	4	
			121APMPOAGA		Ag/Lr	121 <sup>a</sup>	3	
			121PMPOAGA		Ag/Ce	121	2	MONITOREO CON SUSPENSION

En este sistema lagunar se registraron áreas de manglar en el límite con la frontera agrícola, al SE, E y NW del sistema lagunar; así como la asociación con vegetación secundaria, incluso con vegetación halófitas en los sitios con mayor salinidad en el suelo. En todas las PMP evaluadas se observan los impactos que de manera paulatina ha causado la degradación del manglar por el efecto borde con las áreas agrícolas, toda el área de manglar se encuentra alrededor del sistema lagunar de Garrapatero, en la cual, en el pasado, se desarrollaba una intensa extracción de sal, la cual ha dejado su huella en la topografía y batimetría del terreno; incluso una elevada salinización en toda el área y en especial el sistema lagunar. (Cuadro, 32).

Cuadro 32. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP, ausencia (0), presencia (1)

PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
119PMPOAGA	Ag/Ce/Lr	1	1	0	0	1	1	1	1	0
120PMPOAGA	Ce/Lr/Ag	1	1	1	0	1	1	0	1	0
121APMPOAGA	Ag/Lr	1	1	1	0	1	0	1	1	0
121PMPOAGA	Ag/Ce	0	0	1	0	0	0	0	1	0

#### 10.4.2. Estructura y composición

En la primer evaluación se registró un área basal mínima de  $97.1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , valor estructural que se incrementó a partir de la segunda evaluación, prosiguiendo con esta tendencia hasta el final del estudio, registrando en 2017 un área basal final de  $165.5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; en relación a la mortalidad natural, en 2017 se registró el mayor valor con ( $23.3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), muy notable esta mortalidad, esta situación es similar para la extracción forestal donde la extracción de madera y leña en el último año fue del 12.8 para el año de 2017, a lo largo del estudio el área basal registró un incremento continuo, esto como consecuencia del incremento del tamaño de la parcela posterior al año de 2013, (Tabla 65, Gráfica 46). Algo muy notable de observar en este sistema lagunar, es la asociación de *A. germinans* y *C. erectus*, incluso el mangle botoncillo en muchos sitios próximos a la laguna presenta un gran desarrollo de raíces aéreas entre 1.8 a 0.7m por arriba del nivel del suelo, probablemente esto se debe a periodos prolongados de inundación sobre el suelo en el pasado; sin embargo, esto no coincide con la formación de raíces incluso en el arbolado juvenil a juvenil-maduro, como se observa en la figura 42.

**Tabla 65. Área basal en el sistema Garrapatero, Oaxaca**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	97.1	0.2	2.0	99.2
2	2011	127.3	0.0	0.0	127.3
3	2013	106.2	0.0	0.0	106.2
4	2017	165.5	23.3	12.8	201.6

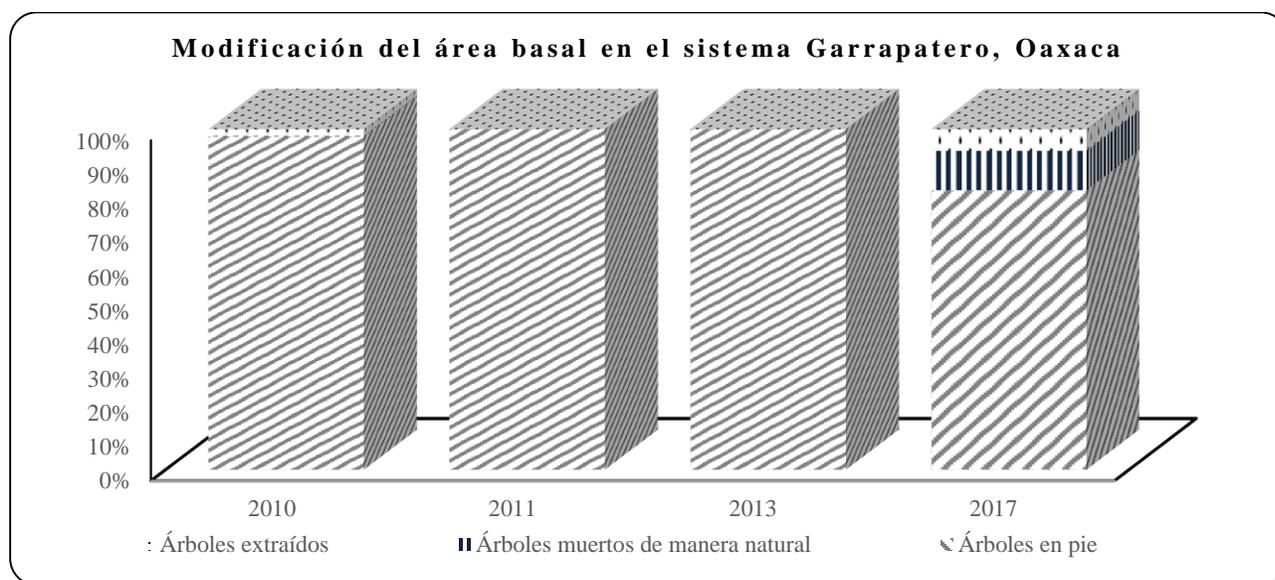
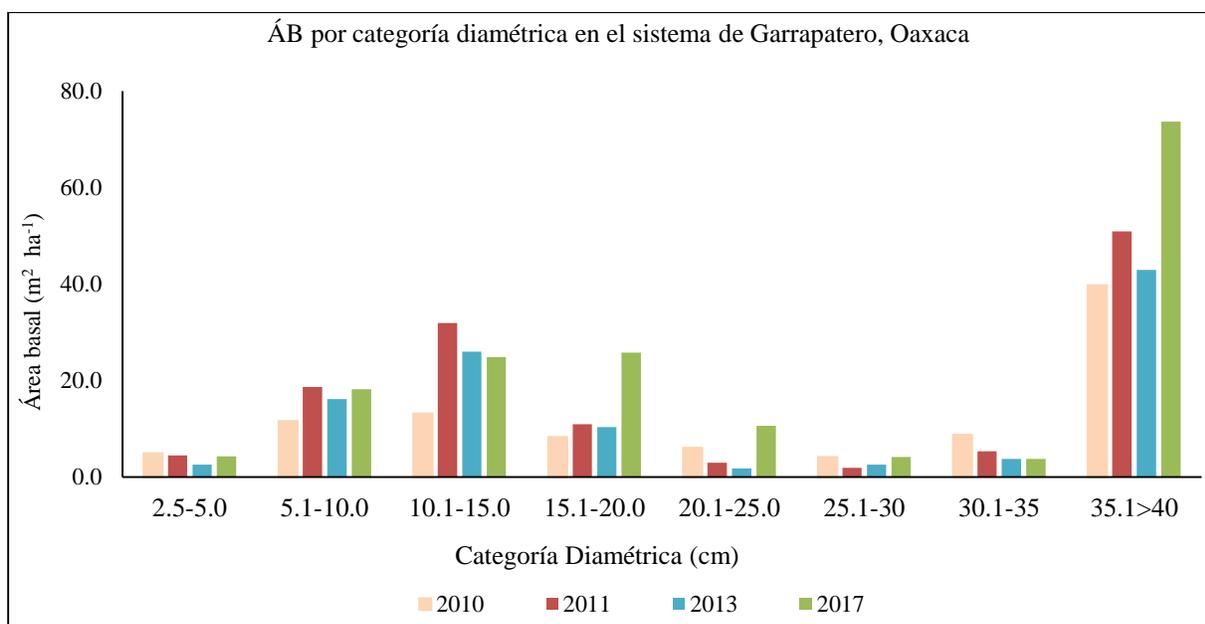


Gráfico 46. Modificación del área basal en el sistema Garrapatero, Oaxaca.

La distribución del área basal por categorías diamétricas presenta un incremento creciente en el arbolado con diámetros de 2.5 a 15.0 cm, incrementos en los diámetros asociados a un crecimiento del arbolado juvenil. Aun cuando en los diámetros menores a los 5.0 cm, se registra una gran cantidad de árboles, estos contribuyen con una cantidad mínima al área basal del conjunto de árboles del bosque; diámetros de 15.1 a 35 cm, presentan una fuerte disminución en el área basal, siendo el arbolado senil en el cual el valor del área basal aumenta fuertemente. Es posible que esta situación sea el resultado de una elevada extracción del arbolado juvenil-maduro en el tiempo en que el sistema era explotado para extraer sal, en los años anteriores al año 2000. Situación que se observa en la actualidad con los restos de gran cantidad de tocones registrados en muchos lugares de la laguna. En general es el arbolado senil el que aporta la mayor área basal de todo el sistema, incluso a esto se debe atribuir la integración de otra PMP en 2011, la cual se caracteriza por poseer arbolado maduro a senil (Tabla 66, Gráfica 47).

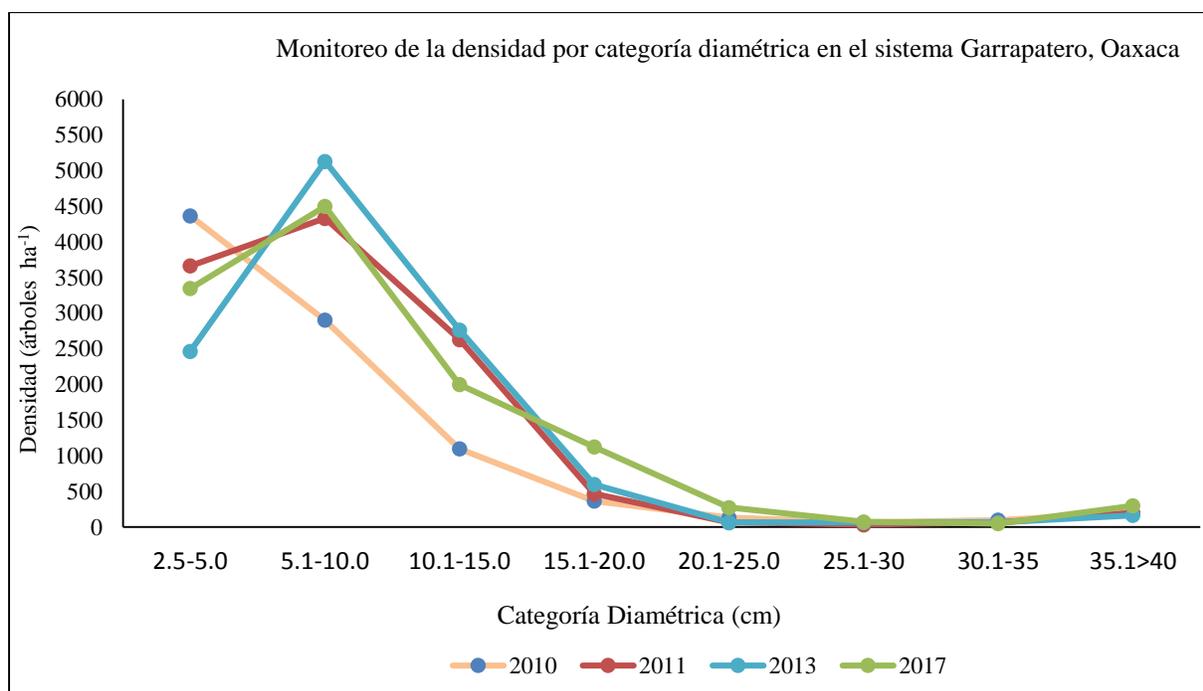


Gráfica 47. Área basal por categoría diamétrica en el sistema Garrapatero, Oaxaca.

**Tabla 66. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema Garrapatero, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	5.0	11.6	13.2	8.3	6.1	4.2	8.8	39.8	97.1
2	2011	4.5	18.7	32.0	10.9	3.0	1.9	5.4	50.9	127.3
3	2013	2.6	16.1	26.0	10.3	1.8	2.6	3.8	42.9	106.2
4	2017	4.3	18.2	24.9	25.8	10.6	4.2	3.8	73.7	165.5

La densidad del arbolado y su distribución en las categorías diamétricas analizadas, registra un comportamiento similar al área basal, incrementando el valor en diámetros con arbolado juvenil, (5.1 a 15 cm), así como árboles maduros con diámetros de 15.1 a 25 cm, y en el caso del arbolado con diámetros mayores a los 25 cm, se debe considerar el incremento en densidad por la PMP agregada en 2011, finalmente al igual que en el área basal, árboles en fase inicial de crecimiento disminuyen la densidad, considerando que en esta disminución los arboles crecieron y se incorporaron a otra categoría diamétrica. (Tabla 67, Gráfico 48).



Gráfica 48. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema lagunar Garrapatero, Oaxaca.

**Tabla 67. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema Garrapatero, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	4367	2900	1100	367	133	67	100	200	9233.3
2	2011	3667	4333	2633	467	67	33	67	200	11466.7
3	2013	2467	5133	2767	600	67	67	67	167	11333.3
4	2017	3350	4500	2000	1125	275	75	50	300	11675.0

En los parámetros estructurales evaluados, se observó un elevado deterioro de todo el manglar en todo el sistema lagunar, como se observan el en conjunto de parámetros que caracterizan a los rodales, como se observa en la figura 43. En el caso del diámetro promedio anual del bosque registró un incremento en relación al inicio de la evaluación al pasar de 7.9 a 9.9 cm entre 2009 y 2017 al finalizar la evaluación, esta tendencia es similar a lo cuantificado en el caso de la altura total promedio del arbolado con un valor de 9.0 m al inicio y un valor final de 13.1 m. En el caso de la cobertura arbórea, no se registró un incremento importante siendo similar el valor en los distintos períodos de evaluación, para la densidad del arbolado se registró un incremento notable del valor al pasar de 923 a 1167 árboles/ha<sup>-1</sup>., esto es producto de la recuperación de las áreas más deterioradas, posterior al abandono de la actividad salinera.

En el caso del Índice de Complejidad de Holdridge, se registró una disminución del valor con 37 en 2009, incrementado en 201, hasta un valor máximo de 70 en 2011, y disminuyendo en el último monitoreo con un valor de 51. Finalmente, en la evaluación de la regeneración natural existe un incremento del valor, entre los años de 2011 y 2016, alcanzando el mayor valor con 121, 000 plántulas/ha<sup>-1</sup> reduciéndose en el siguiente período a 72,069 plántulas/ha<sup>-1</sup>, Esto se debe a la época de realización del monitoreo entre lluvias y estiaje (Tabla 68).



Figura 43. La mayoría de los rodales del sistema presentan elevada extracción de madera y leña de *C. erectus* y *L. racemosa* desde hace una década.

**Tabla 68. Parámetros estructurales en el sistema Garrapatero, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2010	7.9	9.0	9.7	923	37	11,234
2011	8.8	12.4	9.6	1146	70	118,456
2013	9.6	13.8	10.8	1133	43	121,000
2017	9.9	13.1	9.8	1167	51	72,069

### 10.4.3. Diagnóstico del manglar

Todos los rodales de mangle en este sistema lagunar se encuentran deteriorados, principalmente en la parte SE, Sur y NW del sistema lagunar, la estructura de la vegetación está constituido aproximadamente por mangle negro en un 71% y el resto está constituido por arbolado juvenil de *C. erectus* y *L. racemosa*, principalmente en la parte Sur, Este Norte y Suroeste de la laguna. Toda la vegetación dentro de la parcela y fuera de él está fuertemente deteriorada por la extracción de madera, la presencia de fuegos y la introducción de ganado y el paso de personas. El suelo en toda la parcela y más allá de ella está cubierto por cyperáceas y grandes parches de halófitas como *Batis marítima* en los suelos salinizados. Restos del arbolado de *A. germinans* está constituido por individuos maduros-seniles con diámetros entre 10-15.0 cm. En el extremo Norte y SE del sitio existen algunas franjas de mangle blanco y botoncillo con árboles de 5-7m de altura, como vegetación juvenil, juvenil-madura. Dentro de la parte Este y Sur de esta laguna en los sitios anteriormente utilizados por la extracción de sal actualmente existen algunos árboles de *A. germinans* derribados por el viento; así como muchos individuos muertos en pie de *L. racemosa* y *A. germinans*. El sitio está constituido por un bosque tipo borde y algunas cuencas en las áreas fuertemente salinizadas. En los últimos dos monitoreos realizados no se ha encontrado plántulas en el suelo, posiblemente porque se ha visitado el sitio en la época de secas y el inicio de las lluvias (febrero-junio); esto posiblemente es debido a que el arbolado de mangle negro está constituido por árboles viejos, con mínima capacidad de producción de propágulos; se registraron solo algunas plántulas de *L. racemosa* muy dispersas y ninguna de mangle negro, lo que indica las críticas condiciones del sitio.

El suelo está ligeramente inundado estacionalmente, principalmente en la parte Norte, SE, Sur y Oeste de la laguna. Está constituido por una capa mínima de materia orgánica formada por restos de hojarasca de 2-4cm de espesor sobre arena fina, conchas y gravas. Toda el área presenta niveles de salinidad intersticial en secas de 65-78 UPS, mientras que en la época de lluvias (junio) suele alcanzar valores (<50 UPS).

El sitio en el futuro tiende a fraccionarse y desaparecer, producto de la excesiva extracción de madera, la presencia de fuegos intencionales, existen varios caminos producto de obras para modificar el flujo de agua, el acarreo de la madera extraída por los habitantes. En el pasado esta laguna presentaba una mayor densidad de arbolado; desafortunadamente en los últimos años se ha extraído gran cantidad de varas y postes de mangle botoncillo, lo que ha provocado que en la actualidad vayan quedando solo los árboles más viejos y deteriorados dentro del área de estudio (Figura 43).

## 10.5. Sistema lagunar La Colorada

### 10.5.1. Monitoreo del Manglar



Figura 44. Algunas partes del sistema “La Colorada” presentan rodales de *L. racemosa* de buen porte con grados diferentes de extracción y deterioro.

En el sistema de Laguna La Colorada se realizó el monitoreo del manglar con la evaluación de tres PMP caracterizadas por bosques de mangle tipo borde, predominando *L. racemosa* sobre *A. germinans* y *C. erectus*, en este sistema lagunar no se registró *R. mangle*, esto se debe a los niveles elevados de sal en todo el sistema. La evaluación inicia en 2010 y finaliza en 2017, período en el cual se realizaron cuatro mediciones, (Cuadro 33).

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTIAGO ASTATA	LA COLORADA	BORDE	MONOESPECIFICO	Lr	116	4	MONITOREO PERMANENTE
			MIXTO	Ce/Lr	117	4	
				Lr/Ag	118	4	

En un área cercana a las PMP evaluadas 50 m alrededor de cada una de las PMP, se observan los rodales de manglar asociados a vegetación de selva baja subcaducifolia; así como en las áreas deforestada en la actualidad están cubiertas por vegetación secundaria y en las áreas donde el suelo esta salinizado aparecen halófitas como *Batis marítima* y *Salicornia* sp., incluso en el pasado en esta área existía una importante actividad de extracción de sal, en la actualidad aún sigue esta actividad en menor escala, desarrollada principalmente por los pobladores de la zona, (Cuadro 34).

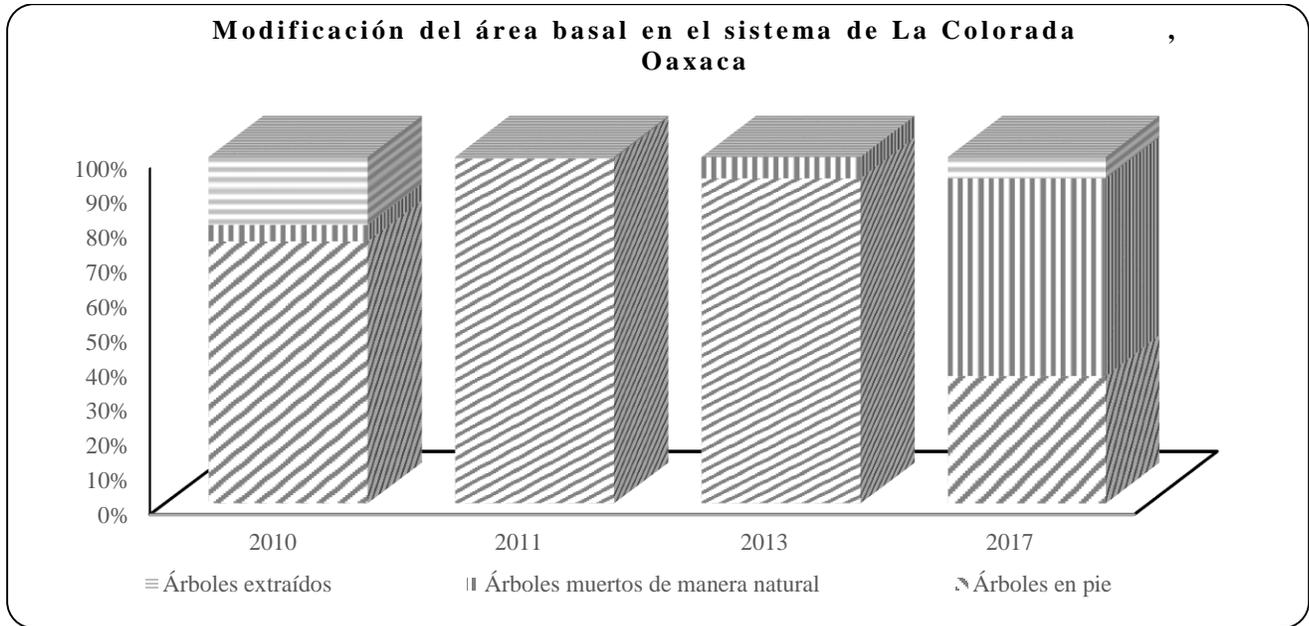
PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
116PMPOALC	Lr	1	1	0	1	1	1	0	1	0
117PMPOALC	Ce/Lr	1	1	0	0	1	1	0	1	0
118PMPOALC	Lr/Ag	1	0	1	0	1	1	1	1	0

### 10.5.2. Estructura y composición

Se registró para las PMP en el primer año de evaluación, un área basal de árboles en pie de 33.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, obteniendo un ligero incremento en el valor en los siguientes años, finalizando en 2017 con 39.2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, siendo el 2013 el año de mayor incremento en el valor. El área basal de los árboles muertos de forma natural registró en 2017 un valor superior a los anteriores años de evaluación con un área basal de 60.1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (57% del área basal total evaluada en ese año), y en el caso del área basal perdida por extracción forestal es el 2010, el año de mayor extracción con un 20% del total del área basal evaluada, en general estos niveles de extracción son moderados a bajos (Tabla 69, Gráfica 49, Figura 44).

**Tabla 69. Área basal en el sistema de La Colorada, Oaxaca**

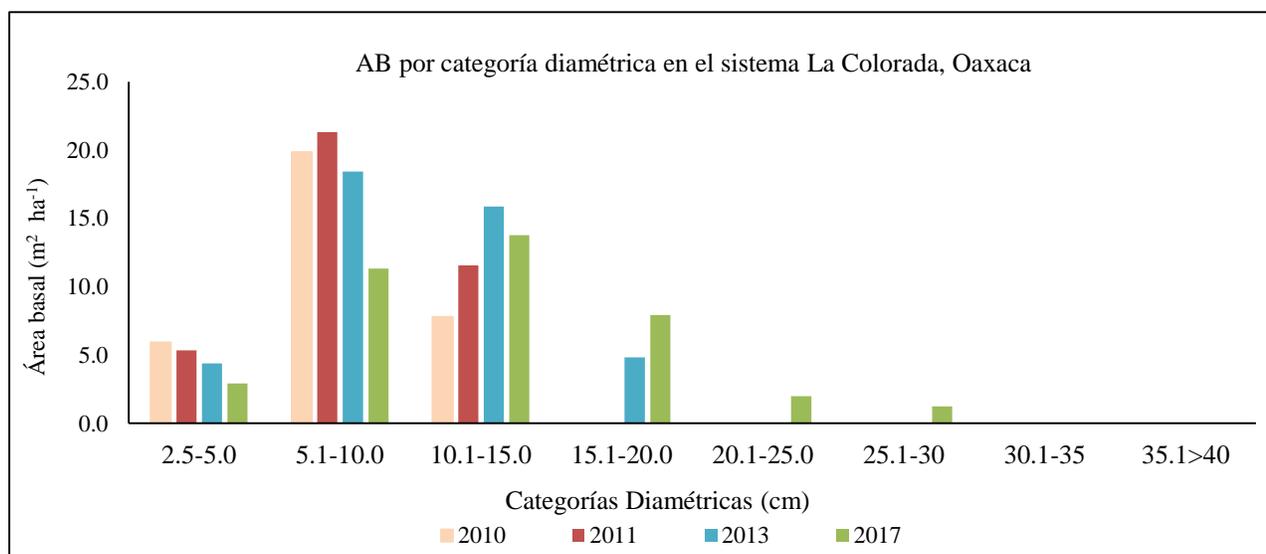
Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	33.6	2.1	8.7	44.3
2	2011	38.2	3.3	0.2	38.4
3	2013	43.5	2.8	2.1	46.3
4	2017	39.2	60.1	6.5	105.7



**Gráfico 49. Modificación del área basal en el sistema de La Colorada, Oaxaca.**

Una mirada del sistema lagunar indica que este es uno de los sistemas lagunares más deteriorado por salinización del suelo del litoral de esta entidad. Este deterioro es consecuencia del mal manejo del sistema lagunar en los últimos 40 años, en los cuales la extracción de sal, la pesquería y la agricultura son algunas de las actividades que han provocado el deterioro del sistema. La distribución del área basal por categorías diamétricas indica, que solo las tres categorías del arbolado más reciente están bien representadas en los rodales de manglar en esta laguna (2.5-15.0 cm), en las dos primeras categorías se observa como a lo largo del tiempo existe una disminución en el área basal del arbolado. Por el contrario, en la siguiente categoría (10.1-15.0 cm) se registró un incremento en el área basal en los últimos dos años (2013 y 2017).

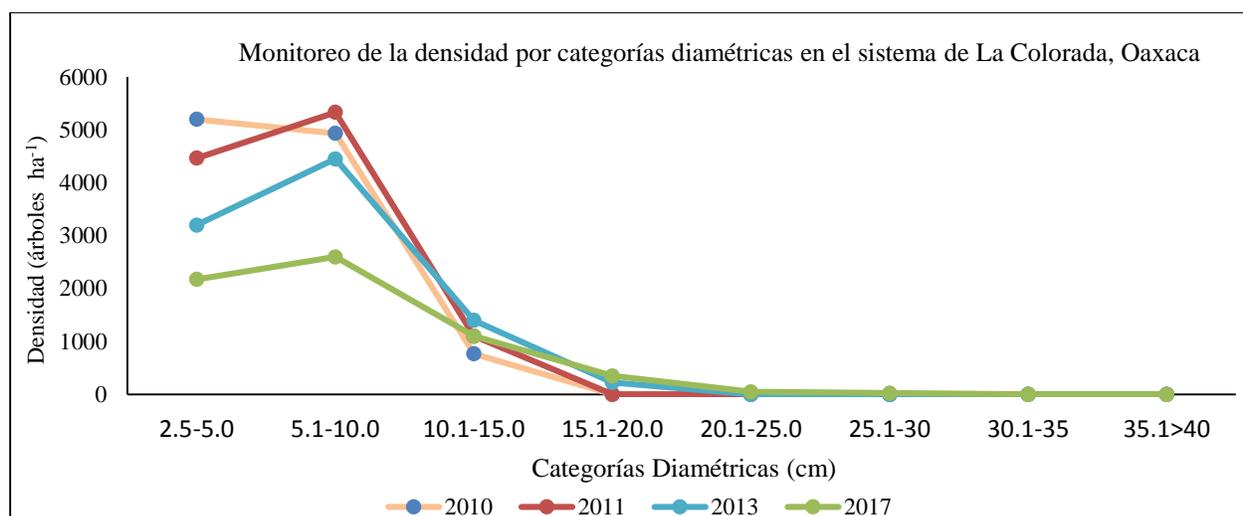
Son las tres categorías más pequeñas en fase de crecimiento (2.5 a 15 cm), donde se registró el área basal más baja de todo el sistema, sin embargo, son los únicos aportes del arbolado más abundantes al sistema. Desafortunadamente en las categorías para el arbolado mayor maduro-senil el número de árboles se reduce sustancialmente, indicando un cambio notable de permanencia de estas categorías para todos los manglares de este sistema, y considerando los valores obtenidos se reconoce que los manglares del área evaluada son de tipo juvenil en primera madurez. Por el contrario, se observó una fuerte reducción o la ausencia del área basal en las clases diamétricas mayores, incluso no se registraron árboles en las dos últimas clases para los árboles más viejos. La condición del sistema de rodales de mangle en este sistema es grave, dado que no existen arboles maduros o seniles, capaces de proveer propágulos, adicional a que es en las clases diamétricas juveniles y en primera madurez (2.5-10.0 cm) en donde se produce la mayor extracción de madera de todos los rodales, además de ser las clases donde se produce la mayor mortalidad natural del sistema (Gráfica 50, Tabla 70; Figura 44).



Gráfica 50. Distribución del área basal por categorías diamétricas en el sistema La Colorada.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	5.9	19.9	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.6
2	2011	5.3	21.3	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.2
3	2013	4.4	18.4	15.9	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	43.5
4	2017	2.9	11.3	13.8	7.9	2.0	1.2	0.0	0.0	39.2

En relación a la densidad de árboles por categoría diamétrica se registró un incremento en el arbolado en fase juvenil de crecimiento (5.1 a 10.0 cm), con un valor de 767 árboles/ha<sup>-1</sup>, en 2009, incrementando en 2017 a 1,100 árboles/ha<sup>-1</sup>, a su vez, en arboles menor a 10.0 cm se registra una disminución en la densidad, (Gráfica 51, Tabla 71). Aún con estos incrementos la densidad del arbolado se considera muy bajo, a manera de ejemplo para la categoría juvenil la densidad promedio a lo largo de los años del monitoreo fue de 3760 árboles /ha; mientras que en la categoría siguiente (5.1 a 10.0 cm) fue de 4329 árboles /ha; mientras que la siguiente cuantificó (1091), en un rodal medianamente conservado estos valores deberían aproximarse: >12,000; 7,000 y 2500 árboles/ha.



Gráfica 51. Densidad del arbolado en el sistema de La Colorada, Oaxaca.

**Tabla 71. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de La Colorada, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	5200	4933	767	0	0	0	0	0	10900.0
2	2011	4467	5333	1100	0	0	0	0	0	10900.0
3	2013	3200	4450	1400	225	0	0	0	0	9275.0
4	2017	2175	2600	1100	350	50	25	0	0	6300.0

En relación al diámetro promedio inicial (8.8cm), posteriormente se registró un incremento, siendo el diámetro promedio del año 2013 superior en relación a otros años de evaluación, sin embargo, disminuye en 2017 a un promedio final de 9.0 cm. En el caso de la altura total del arbolado se registró un incremento en 2010 un promedio de 11.2 m y finalizar con un valor de 14.5 m, esta situación refleja la situación del deterioro, en el cual se encuentra el sistema, siendo las tres categorías iniciales las que aportan el mayor incremento de altura al arbolado.

En el caso de la cobertura arbórea se observó una situación similar con un incremento de 6.6 a 7.7m<sup>2</sup> para el año final de evaluación (2017). Para la densidad del arbolado se registró una disminución continua del valor a partir del año 2011 con un valor final de 6,30 árboles/ha (2017); en la evaluación del Índice de Complejidad de Holdridge se obtuvo un valor inicial de 64, disminuyendo a 36 para el año final de evaluación (2017), esta reducción en el ICH responde a la disminución fuerte de la densidad del arbolado a lo largo del estudio. Finalmente, en el caso de la regeneración natural, se observó un fuerte incremento en 2013 durante la época de lluvias, sin embargo disminuye de manera sustancial en la evaluación final, indicando un alto número de plántulas que no alcanzan un tamaño apropiado, la mayoría mueren durante el estiaje y otras mueren aun en la temporada de lluvias al elevarse el nivel del agua en el piso del bosque, (Tabla 72).

**Tabla 72. Parámetros estructurales en el sistema de La Colorada, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2010	8.8	11.2	6.6	1090	64	40,000
2011	9.4	12.1	8.1	1097	77	65,317
2013	9.7	12.6	7.4	927	56	256,000
2017	9.0	14.5	7.7	630	36	55,333

### 10.5.3. Diagnóstico del manglar

En este sistema el bosque de mangle está constituido mayormente por rodales de *L. racemosa*-*A. germinans* y *C. erectus*. Con excepción del mangle madresal, las otras dos especies son altamente cotizadas para la extracción de varas, polines, postes y leña, situación que pone en grave situación a los manglares de esta laguna, principalmente los que están situados a la orilla del camino en el NW de la laguna, debido al proceso lento de recuperación que se está produciendo en el sistema, debido a los efectos residuales de la extracción de sal a mediana escala que se realizaba en la orilla del mar en el pasado en esta laguna. El sistema presenta en la parte NW, entre la carretera, el camino y la laguna la mejor área de mangle monoespecífico (85%) de *L. racemosa*, tipo borde juvenil-maduro, con algunos árboles de *A. germinans* (10%) asociados al mangle botoncillo (5%), por arriba del nivel máximo de inundación en la parte Norte y Noreste, Este y Sur de la laguna, se extiende una franja de unos 85.30m de mangle botoncillo y madresal tipo maduro-senil de 5-9m de altura, en la parte más extrema de la laguna se ubica el sitio por atrás de esta vegetación, existe una franja de vegetación arbustiva terrestre y cactáceas pegado a la carretera. En el pasado la

parcela estaba constituida por un bosque de borde de mangle senil de 6-9m de altura de *C. erectus*, En el borde del sitio hacia el estero, en las áreas más salinizadas siempre ha existido *Batis marítima*. En la actualidad en el lado Norte y Oeste de la laguna existen varios sitios donde el manglar está delimitado por una alambrada, la cual ya existía desde 2011.



Figura 45. Extracción de madera de *C. erectus* en la parte Sur de Laguna La Colorada.

A lo largo de 2011-2017, toda la franja de mangle botoncillo y blanco ha estado sujeta a una moderada extracción de madera, el cual se ha incrementado durante los últimos cuatro años, para utilizarse como postes en los cercados aledaños. Actualmente se han utilizado hasta los árboles más viejos, lo que ha provocado la pérdida de hasta un 55% del arbolado original, pasando de una densidad de 1090 a 630 en la actualidad (Figura 45). Este proceso ha provocado la desaparición del manglar de muchos sitios, alterándose la humedad y temperatura desde el suelo al dosel. En la actualidad se ha observado la invasión de vegetación de halófitas y algunas herbáceas terrestres en la parte este de la laguna y en el frente marino, donde el manglar forma una delgada franja (7-55 m) a lo largo de 3.7km.

Durante los primeros monitoreos siempre se encontraron plántulas de *A. germinans* y *C. erectus* en el suelo; en el último monitoreo, a pesar de que el suelo estaba ligeramente húmedo, no se registraron plántulas de ninguna especie. Durante el mes de julio y agosto de 2017 se registró una gran cantidad de plántulas de *L. racemosa*.

El suelo está constituido por una delgada capa de materia orgánica de hojarasca, troncos y palizada de 5-15 cm de espesor sobre una base de arena y grava de hasta 35 cm de profundidad. Durante la última visita al sitio se observó que el suelo estaba húmedo e inundado la parte cercana al cuerpo lagunar. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 40-48 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<37 UPS).

*Bajo esta condición el sistema de manglares está muy deteriorado incluso en muchas áreas existen grandes áreas descubiertas o totalmente sin vegetación, los cuales corresponden a sitios antiguos de extracción de sal. En estos sitios solo quedan algunos arbustos en la orilla Este y Sur de la laguna. Es posible que el manglar en la parte Norte, Oeste y Noroeste de la laguna se mantenga en los siguientes años a cambio de que no se incremente la extracción de madera; mientras que la parte Este y Sur de la Laguna paulatinamente podría irse perdiendo hasta en un 40%, debido a la menor capacidad del mangle *A. germinans* de regenerarse vegetativamente. En unos cinco años es posible que en esta parte de la laguna solo queden manchones de mangle aislados sobre suelos salinos, alternados con *Batis marítima* y otros *Cyperaceas*.*

## 10.6. Sistema lagunar La Grande

### 10.6.1 Monitoreo del Manglar



Figura 46. Existen rodales de *C. erectus* de buen porte en el norte y noroeste, esta área es donde existe la mayor área de mangle de todo el sistema lagunar.

En la laguna “La Grande”, Oaxaca, municipio de Santiago Astata, se realizó el monitoreo del manglar en tres PMP; las PMP son bosques de mangle de tipo borde maduros, en las que predomina la especie de *C. erectus* y *A. germinans*, con ausencia de *L. racemosa* y *R. mangle*, debido a que el sistema lagunar presenta niveles elevados de salinidad en el agua y suelo, esto probablemente se debe a que la bocabarra del sistema casi todo los años se encuentra cerrada, lo que produce una elevada evaporación e incremento de la salinidad. Sobre la parte sur de la laguna existe una gran área donde el manglar está muerto desde 2011, debido al exceso de sal en el suelo, actualmente en estos sitios ni siquiera existe *A. germinans*, estando solo colonizados por halófitas estrictas como *Batis marítima* e incluso desprovistas de vegetación a lo largo de unos 300m frente al mar. La evaluación comprendió cuatro períodos de medición iniciando en 2010 y finalizando en 2017, (Cuadro 35).

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTIAGO ASTATA	LA GRANDE	BORDE	113PMPOALG	MONOESPECIFICO	Ce	113	4	MONITOREO PERMANENTE
			115PMPOALG		Ce	115	4	
			114PMPOALG	DOMINANTE	Ce/Ag	114	4	

Las áreas de manglar evaluadas se encuentran asociadas con selva baja subcaducifolia; vegetación secundaria, así como extensiones de plantaciones de mango, sandía, papaya y cacahuate, estos cultivos demandan gran cantidad de agua dulce, la cual es muy escasa en toda el área, debido a la reducida época de lluvias; incluso existen áreas ganaderas que conforman el paisaje previo a la zona del manglar, (Cuadro 36).

PMP	FISONOMIA	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
113PMPOALG	MONOESPECIFICO	Ce	1	1	1	0	1	1	0	0	0
114PMPOALG	DOMINANTE	Ce	1	1	1	0	1	1	1	0	0
115PMPOALG	MONOESPECIFICO	Ce/Ag	1	1	1	0	1	0	0	0	0

### 10.6.2. Estructura y composición

La evaluación del área basal del arbolado en pie, registró un incremento del valor al obtener 98.4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, en 2017, en comparación con el año inicial (2010), en donde registró un valor menor de 91.5m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. En el caso de la mortalidad natural en 2010 los valores fueron muy bajos con 0.6, posteriormente en el monitoreo siguiente no se registró mortalidad durante 2012, en 2013 este parámetro se incrementó hasta 9.4; mientras que la mayor mortalidad natural se cuantificó en 2017 con 18.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, se incrementó con un porcentaje del 16% del área basal total evaluada para este año. El área basal perdida por la extracción de madera y leña fue baja en todo el sistema, pocos tocones se registraron en los rodales, el porcentaje de extracción en los distintos períodos de evaluación no superó el 6% registrado en el primer año de evaluación de este valor, así mismo no se registró extracción de madera y leña en el año de 2012.

En los rodales de este sistema lagunar predominan ampliamente los bosques de mangle *C. erectus*, principalmente en la parte Norte y Noroeste de la laguna, ocasionalmente *C. erectus* está asociado al mangle *A. germinans* sobre todo en los sitios donde la salinidad del suelo es >45UPS (Tabla 73, Gráfica 52).

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	91.5	0.6	5.5	97.6
2	2012	80.3			80.3
3	2013	76.0	9.4	0.6	86.0
4	2017	98.4	18.6	2.0	119.0

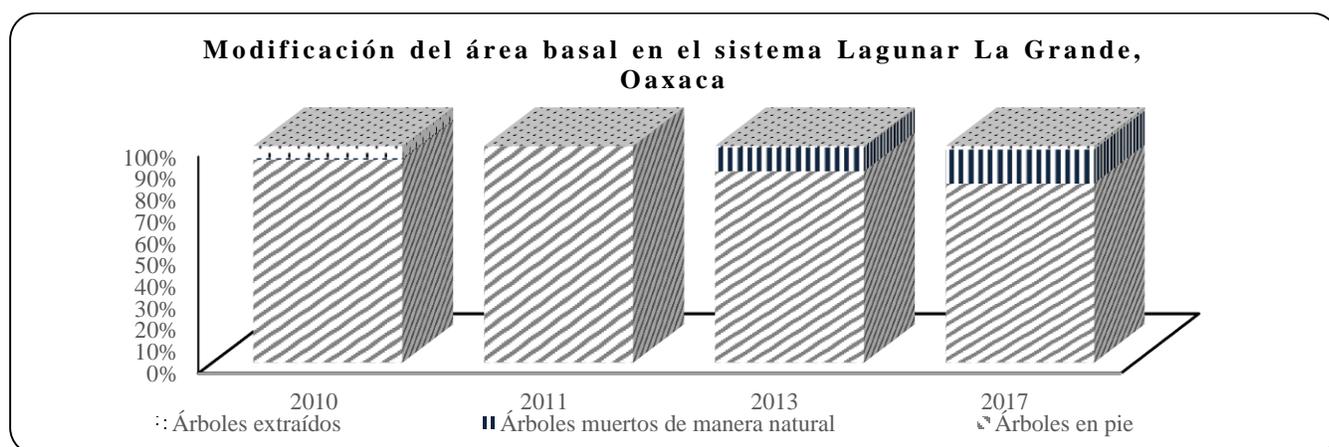
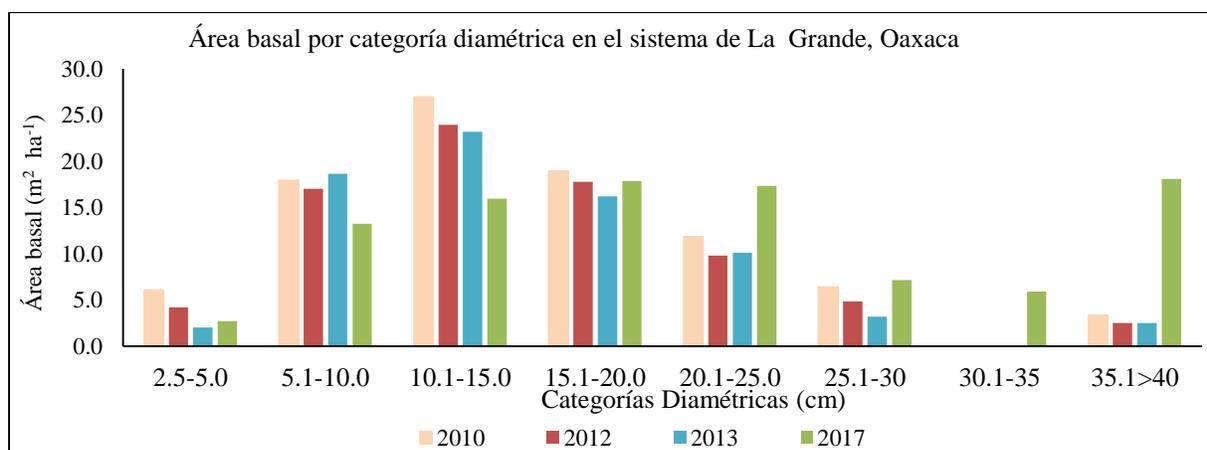


Gráfico 52. Modificación del área basal en el sistema de La Grande, Oaxaca.

El área basal del arbolado en pie distribuida en las categorías diamétricas establecidas, registró en cada una de las fases iniciales de crecimiento así como en el arbolado juvenil una disminución del valor, siendo el año 2017 en el cual se registra la mayor disminución, esta tendencia cambia en el arbolado maduro con diámetros mayores a los 20.1 cm de diámetro, el cual incrementa el valor del año inicial al año final del monitoreo, de esta manera al incrementar el área basal en el arbolado maduro, el valor se incrementa de un período inicial a un período final de evaluación, (Gráfica 53, Tabla 74). De acuerdo a la distribución del área basal en las primeras cuatro categorías, los rodales de mangle en este sistema presentan arbolado de juvenil a maduro, disminuyendo fuertemente el número de individuos en el arbolado más maduro a senil.

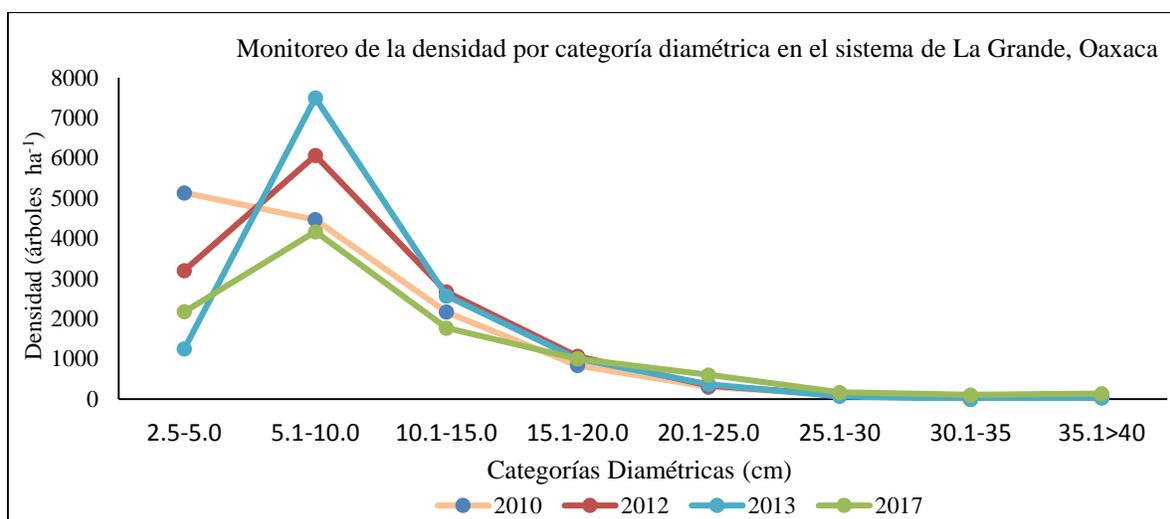


Gráfica 53. Área basal por categorías diamétricas en el sistema de La Grande, Oaxaca

**Tabla 74. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema La Grande, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	6.1	17.9	26.9	18.9	11.9	6.4	0.0	3.4	91.5
2	2012	4.2	17.1	24.0	17.8	9.8	4.9	0.0	2.5	80.26
3	2013	2.1	18.7	23.2	16.2	10.1	3.2	0.0	2.5	75.99
4	2017	2.7	13.3	16.0	17.9	17.3	7.2	5.9	18.1	98.4

La densidad del arbolado registró al igual que el área basal una disminución en la primer categoría diamétrica, incrementando el número de árboles en la siguiente categoría, es posible que esto se debe a una elevada mortalidad de *C. erectus*, principalmente en los dos monitoreos más recientes, que corresponde a fases iniciales y juveniles de crecimiento, siendo en los diámetros de 2.5 a 5.0 cm en donde se registra una mayor disminución en comparación con las otras categorías diamétricas; el incremento que se registra en el arbolado con diámetros de 15 a 20 cm, que corresponden a los arboles maduros y ese incremento también se registra en los árboles seniles. Se debe considerar que en el segundo período de evaluación se agregaron unidades de estudio, en la cual se registra la presencia de individuos adultos, lo que genera un aumento tanto en área basal como en densidad del arbolado en esta fase de crecimiento. Con base en los resultados se debe entender que estos manglares están en una fase sucesional intermedia a madura, con escasa presencia de renuevos en los rodales, (Gráfica 54, Tabla 75).



Gráfica 54. Registro de la densidad del arbolado en el sistema La Grande, Oaxaca.

**Tabla 75. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de La Grande, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	5133	4467	2167	833	300	100	0	33	13033.3
2	2011	3200	6067	2667	1067	333	100	0	33	13466.7
3	2013	1250	7500	2567	1000	367	67	0	33	12783.3
4	2017	2175	4167	1767	1000	600	167	100	133	10108.3

En la evaluación de otros parámetros estructurales se registra un diámetro promedio inicial de 8.0 cm (2010), incrementando el valor a 10.1 cm en la última evaluación (2017), este incremento es similar para la altura total del arbolado registrando al inicio un valor de 12.5 m para finalizar con 15.5 m de altura total promedio; este incremento también se observó en la cobertura arbórea, con cambios muy notorios en 2013 (9.9 m<sup>2</sup>). En el caso de la densidad el valor disminuye de 1303 a 1010 árboles/ha<sup>-1</sup>; para el caso del Índice de Complejidad también registró una disminución en el valor, y finalmente en la evaluación de la regeneración natural existe un alto valor en 2013 con 240,022 plántulas/ha<sup>-1</sup>, sin embargo, para la evaluación final su valor disminuye de manera notable, esto es producto de la época en que se desarrollaron los monitoreos. (Tabla 76, Figura 47).

**Tabla 76. Parámetros estructurales en el sistema Lagunar La Grande, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2010	8.0	12.5	7.2	1303	27	44,000
2012	8.3	13.6	7.6	1346	21	56,891
2013	8.7	14.0	9.9	1278	18	240,000
2017	10.1	15.5	8.4	1010	18	5,000



Figura 47. En laguna La Grande existen grandes rodales monoespecíficos de *C. erectus*, mientras que en la parte posterior del manglar existen algunos manchones de selva baja caducifolia.

### **10.6.3. Diagnóstico del manglar**

En este sistema lagunar los niveles de extracción son bajos a nulos, sin embargo, la mayor amenaza radica en la presión ejercida por el proceso de salinización del agua y suelo, provocado por la falta de agua dulce hacia el sistema lagunar, las bajas precipitaciones; asociado a este factor existe la utilización excesiva del agua del manto freático por la agricultura. En muchos sitios existen plantaciones de mango, papaya, sandía y melón, los cuales utilizan ampliamente este recurso en toda la franja que rodea por la parte Norte y Noroeste de la laguna.

*Bajo esta condición, el sistema en los siguientes años puede deteriorarse rápidamente, si la extracción de madera se incrementa el uso del agua dulce o bien en los años siguientes se presentan años secos consecutivos.*

## 10.7. Sistema lagunar Laguna El Rosario

### 10.7.1 Monitoreo del Manglar



Figura 48. Existen bosques monoespecíficos de *L. racemosa* y *C. erectus* asociado con *A. germinans* en amplias áreas del sistema lagunar.

En el sistema Laguna el Rosario, se realizó el monitoreo del mangle en siete PMP, todas presentan manglares de tipo borde, en las cuales se registran bosques monoespecíficos de *C. erectus*, así como bosques con dominancia de *L. racemosa*, sobre *A. germinans*. El estudio inicia en 2010, realizándose cuatro mediciones que finalizaron en el año 2017, a lo largo de este periodo el área ha enfrentado el paso de algunos eventos meteorológicos como “Carlota”, “Manuel” y “Bárbara” (Cuadro 37).

**Cuadro 37. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema de Laguna El Rosario, Oaxaca**

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SAN PEDRO HUAMELULA	EL COYUL	BORDE	107PMPOAER	MONOESPECIFICO	Ce	107	4	MONITOREO PERMANENTE
			108PMPOAER		Ce	108	4	
			111PMPOAER		Ce	111	4	
			110PMPOAER		Lr	110	4	
			112PMPOAER	DOMINANTE	Lr/Ag	112	4	
			109PMPOAER		Lr/Ag/Ce	109	4	
			106PMPOAER		Ag/Lr/Ce	106	4	

En los manglares alrededor de la laguna se observan asociaciones del manglar con vegetación secundaria, y en el paisaje que rodea a los manglares en buena parte del sistema lagunar existen grandes áreas agrícolas y pecuarias, con plantaciones de mango, sandía, papaya, maíz, frijol y otros cultivos temporales. (Cuadro 38).

Cuadro 38. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)

PMP	ASOCIACION	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
106PMPOAER	Lr/Ag/Ce	1	1	1	0	1	0	1	1	0
107PMPOAER	Ag/Ce/Lr	1	1	1	0	1	0	1	0	0
108PMPOAER	Ce	1	1	0	0	1	0	1	0	0
109PMPOAER	Ag/Lr	0	0	1	0	1	0	0	1	0
110PMPOAER	Lr/Ag/Ce	1	1	0	0	1	0	0	1	0
111PMPOAER	Ce	1	1	0	0	1	0	1	1	0
112PMPOAER	Ag	1	1	0	0	1	0	1	1	0

### 10.7.2. Estructura y composición

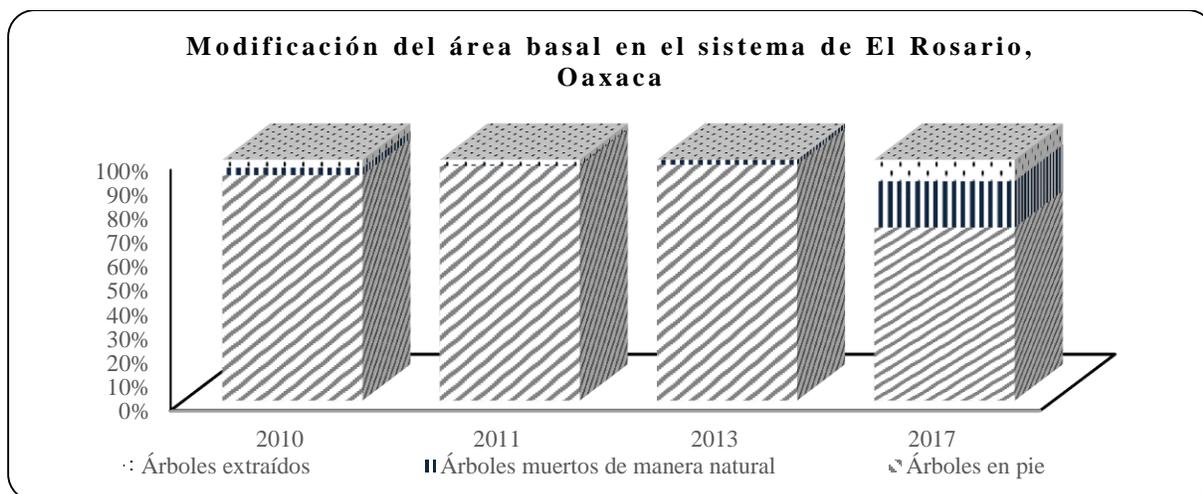
El área basal total evaluada del arbolado en pie en 2010 fue de 246.4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, en la evaluación del 2012 se registró el valor más alto con 343.9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, posteriormente en la evaluación final del 2017 se registra un valor similar a los registros obtenidos en el inicio de este estudio. A lo largo de los monitoreos se observó una mortalidad natural media baja; mientras que en el último año se registró un elevado porcentaje de mortalidad natural con 65.5 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; en el caso de la extracción de madera en los primeros tres monitoreos se cuantificó una extracción media; triplicándose fuertemente (30.4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) en el año de 2017, ambos con un porcentaje del 27%, porcentaje superior en relación a los otros años de medición. En este sistema lagunar durante los últimos dos años estudiados se ha incrementado la mortalidad natural, como consecuencia de una elevada extracción de madera y leña en todo el sistema (2017), este factor afecta principalmente a la zona con acceso de caminos como sucede en el área de manglar asociada a la parte Este, Norte y Oeste de los caminos que conducen hacia la laguna y hacia la comunidad del Coyul (Figura 49), esta mortalidad aunada al incremento notable de la salinidad en el suelo de todos los bosques de mangle, producto de las actividades de extracción de sal que ha habido en los últimos 45 años, asociada al secuestro del agua dulce por las áreas agrícolas, incluso los años secos están provocando la mortalidad del manglar en amplias áreas situadas frente a la laguna (Tabla 77, Gráfica 55).

**Tabla 77. Área basal en el sistema de El Rosario, Oaxaca**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	246.4	8.1	8.5	262.9
2	2012	335.4	1.8	6.7	343.9
3	2013	310.9	6.3	5.1	317.2
4	2017	246.8	65.5	30.4	342.8

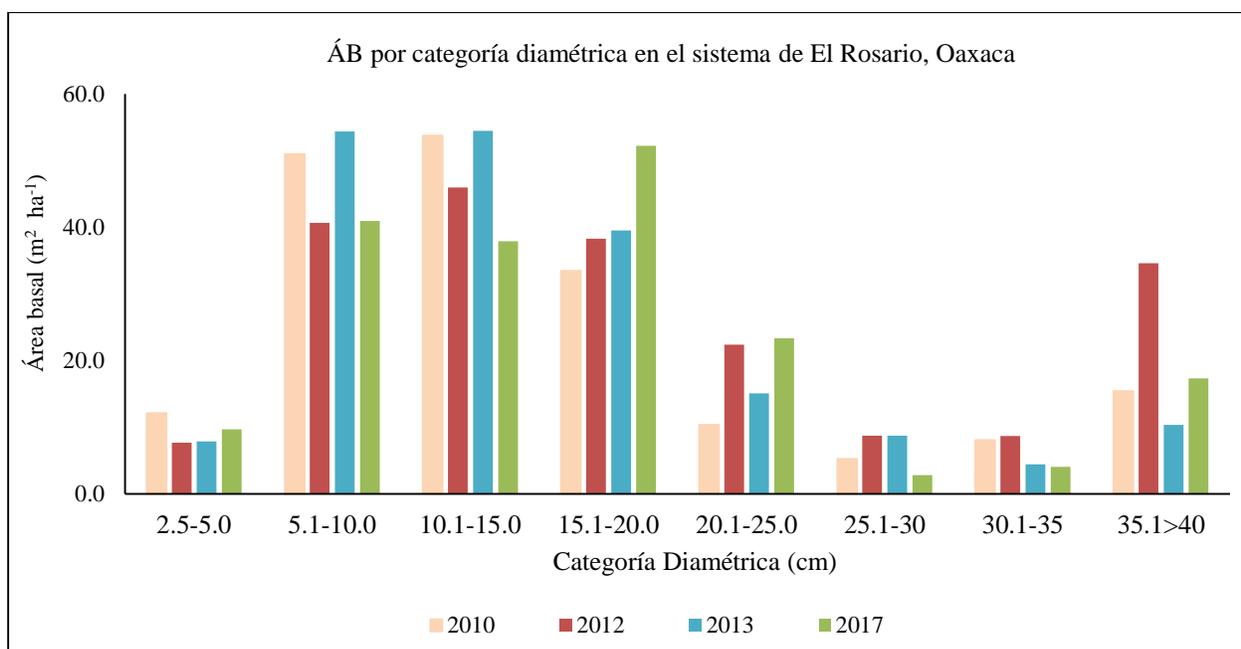


Figura 49. Las áreas de manglar cercanas a los caminos presentan una gran extracción de madera y leña.



Gráfica 55. Modificación del área basal en la laguna El Rosario, Oaxaca.

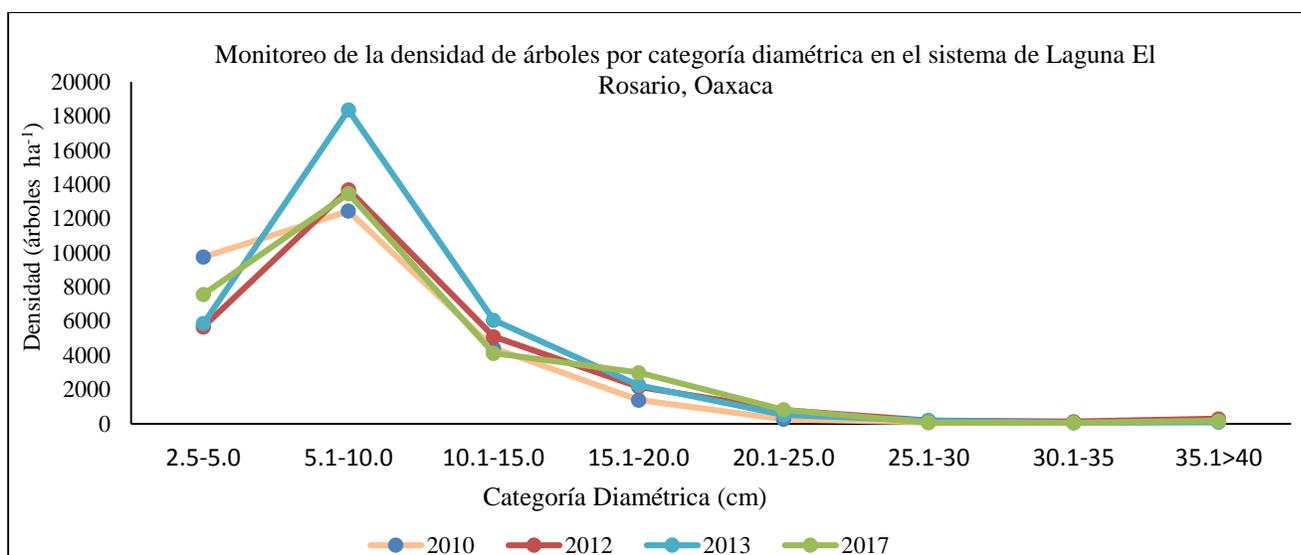
El área basal registró en la primera categoría de crecimiento del arbolado (2.5 a 5.0 cm), uno de los valores más bajos del sistema; posteriormente en las tres clases diamétricas siguientes se observó un incremento notable en el área basal (5.1 a 20.0 cm), correspondiente a los diámetros de los árboles de mayor dinamismo por arriba del crecimiento juvenil, este incremento es contrario a la disminución observada en el arbolado más maduro para los diámetros mayores (20.0-35.0 cm). Esta tendencia también se observa con un ligero incremento en los árboles seniles, con base en los registros se debe considerar a estos bosques de mangle con una dinámica muy importante de crecimiento para las clases intermedias, la cual está dada por el extraordinario desarrollo de los rodales de mangle *L. racemosa* y *C. erectus*, que aquí constituyen bosques muy compactos, ambas especies son ampliamente dominantes en las áreas de menor salinidad en el suelo; mientras que en aquellos sitios donde la salinidad se incrementa aparece *A. germinans*. La extracción y mortalidad mayor se registró principalmente en la clase que contiene los árboles más juveniles, dejando al resto del arbolado, incluso, esto favorece ampliamente a la clase (5.0-10.0cm). Es posible que en el pasado (15-25 años) antes, estos rodales debieron sufrir los efectos de algún evento meteorológico como un huracán, el cual debió de impactar fuertemente a las categorías de 20.1-35 cm. En este periodo, uno de los más devastadores sucedió en octubre de 1997, cuando el huracán “Paulina”, afectó grandes áreas de manglares desde esta localidad hasta La Ventanilla, como evidencia de estos impactos sobre la vegetación, existen claros en los bosques con restos de tocones gruesos y deteriorados que posiblemente corresponden con estos años. (Gráfica 56, Tabla 78).



Gráfica 56. Categorías diamétricas en área basal en el sistema de Laguna el Rosario, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	12.1	51.0	53.7	33.5	10.4	5.3	8.1	15.4	189.4
2	2012	7.7	40.7	46.0	38.3	22.4	8.8	8.7	34.6	207.1
3	2013	7.9	54.4	54.4	39.5	15.1	8.7	4.4	10.3	194.8
4	2017	9.7	40.9	37.9	52.2	23.3	2.8	4.0	17.3	188.2

En relación a la densidad del arbolado se registró un incremento entre el primer año de evaluación con 2863 árboles/ha<sup>-1</sup> en 2010 hasta 2017 con un incremento de 2930 árboles/ha<sup>-1</sup>; registrando una disminución en la densidad de la clase juvenil, la cual es generalmente la más abundante en fustes (2.5 a 5.0 cm), sin embargo, en diámetros posteriores se observan valores superiores en relación al primer año de evaluación, siendo el año de 2013 uno de los más notables por el gran número de fustes, desafortunadamente entre 2016 y 2017 se registró una extracción muy importante. (Gráfica 57, Tabla 79).



Gráfica 57. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema de laguna El Rosario, Oaxaca.

**Tabla 79. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema El Rosario, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	9767	12433	4433	1400	267	100	100	133	28633.3
2	2012	5675	13700	5100	2167	800	200	133	300	28075.0
3	2013	5875	18367	6067	2267	533	200	67	100	33475.0
4	2017	7575	13467	4133	3000	833	67	67	167	29308.3

La evaluación del diámetro promedio se observó un incremento de 7.7 cm entre 2009 a 8.8 cm en la última evaluación (2017), esta situación es similar para el valor de la altura total del arbolado la que registra 10.8 m en 2009, finalizando en 14.1 m para 2017; es en la cobertura arbórea en donde también se registran estos incrementos con 7.0 m<sup>2</sup> en 2009, finalizando con 7.7 m<sup>2</sup> en 2017. Esta tendencia de aumento en los valores de los parámetros dasométricos se registra también en densidad total del arbolado, así como en el Índice de Complejidad de Holdridge y existen cambios notables entre los años de estudio en la regeneración natural, siendo los años de 2011 y 2013 donde la regeneración fue más abundante, posiblemente este incremento coincide con años muy lluviosos como sucedió en 2011 y 2012. (Tabla 80).

**Tabla 80. Parámetros estructurales en el sistema Laguna El Rosario, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2010	7.7	10.8	7.0	2863	33.6	42,000
2011	8.9	11.8	7.0	2807	34.2	216,000
2013	8.7	13.4	8.0	3347	33.7	178,667
2017	8.8	14.1	7.7	2930	38.6	88,000



Figura 50. La extracción de madera de *L. racemosa* y *C. erectus* es frecuente en toda la laguna, incluso se cortan hasta los árboles con diámetros mayores.

### **10.7.3. Diagnóstico del manglar**

En este sistema lagunar los niveles de extracción de madera fueron medios y se han incrementado en forma notable en los últimos años, actualmente la mayor amenaza radica en la presión ejercida por el proceso de salinización del agua y suelo en todo el sistema, producto de un mal manejo de las microcuencas de ríos y arroyos que drenan a la laguna, así como a las bajas precipitaciones que se han padecido en los últimos cuatro años; asociado a este factor existe la utilización excesiva del agua del manto freático por la agricultura. En muchos sitios existen plantaciones de mango, papaya, sandía y melón, los cuales utilizan ampliamente este recurso en toda la franja que rodea por la parte Norte y Noroeste de la laguna.

*Bajo esta condición el sistema en los siguientes años puede deteriorarse rápidamente, si la extracción de madera se incrementa el uso del agua dulce por la agricultura o bien en los años siguientes se presentan años secos consecutivos.*

## 10.8. Sistema lagunar Bajos de Coyula

### 10.8.1 Monitoreo del Manglar



Figura 50. En la mayor parte de los rodales la especie dominante es *L. racemosa*, asociada con *A. germinans*, desafortunadamente grandes manchones de estos rodales están deteriorados.

El estudio del manglar en el sistema lagunar Bajos de Coyula, localizado en el municipio de Santa María Huatulco, inició en 2010 con el monitoreo de dos PMP, agregando dos unidades más de estudio en el año 2011, para finalizar con cuatro PMP. En los rodales de manglares evaluados se registraron bosques dominantes y mixtos, todos de tipo borde, en los cuales la especie dominante es *L. racemosa* en asociación con *A. germinans* y *R. mangle* (Figura 50). La evaluación comprende cuatro periodos de medición para las dos primeras PMP y tres mediciones para las PMP que fueron agregadas en el segundo año de evaluación (2012), finalizando el estudio en 2017, (Cuadro 39). El sistema lagunar perpendicular al mar y el efecto de encajonamiento de los cerros que delimitan por la derecha y la izquierda a la laguna permite una distribución de las especies de manera poco común, *R. mangle* en el área cercana al mar, posteriormente en la parte más amplia de la laguna *A. germinans* ocupa áreas amplias al NW, principalmente en el lado izquierdo del sistema y se han extendido más hacia las zonas donde en el pasado 1960-1990 se explotaba sal.

Hacia el interior existen amplios espacios cubiertos por *L. racemosa*-*A. germinans* (Figura 50); mientras que en el lado Norte y NE de la laguna existe una franja muy delgada de mangle conformada por *L. racemosa*, *R. mangle* y *C. erectus*.

**Cuadro 39. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema de Bajos de Coyula, Oaxaca**

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTA MARÍA HUATULCO	BAJOS DE COYULA	BORDE	104PMPOABC	DOMINANTE	Lr/Ag	104	4	MONITOREO PERMANENTE
			105PMPOABC	MIXTO	Lr/Ag	105	4	
			105APMPOABC		Rm/Lr	105 <sup>a</sup>	3	
			105BPMPOABC		Lr/Ag	105B	3	

Se registró en los manglares de este sistema la presencia de vegetación secundaria asociada a estos bosques, así como áreas agrícolas y ganaderas que indican un grave avance de la frontera agrícola-pecuaria sobre los manglares de esta zona. Este avance de las actividades humanas sobre los manglares, está provocando el secuestro del agua dulce hacia los manglares, así como el deterioro de la vegetación y plántulas dentro de los manglares debido a la presencia de ganado, el cual en la época de secas ramonea sobre el manglar y eliminan las plántulas, el paso de personas y la introducción de plaguicidas, del lavado de los suelos agrícolas cercanos (Cuadro 40).

**Cuadro 40. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)**

PMP	Asociación	Desarrollo Antrópico	Agrícola - Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
104PMPOABC	Lr	1	1	0	0	0	1	1	1	0
105PMPOABC	Lr/Ag	1	1	1	0	1	1	0	0	0
105APMPOABC	Rm/Lr	0	0	1	1	1	1	0	0	0
105BPMPOABC	Lr/Ag	1	1	1	0	1	1	1	0	0

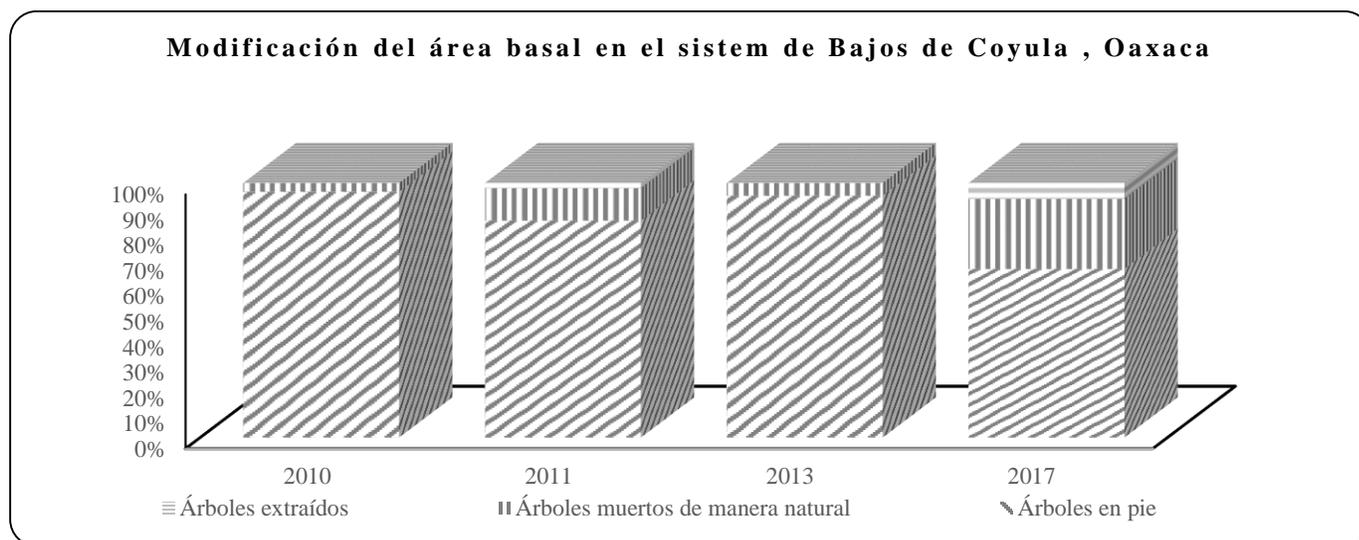
### 10.8.2. Estructura y composición

En la evaluación del área basal del arbolado en pie, inicia en 2010 con un área basal de 91.7m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, se debe considerar un incremento a partir del año 2012, en las cuales se evalúan las cuatro PMP, alcanzando un valor total de 118.9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, finalizando con un valor de 129.2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> en 2017; es decir 40% más del valor inicial.

La evaluación del área basal de los árboles muertos en pie, inicia con solo 3.2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, posteriormente se incrementa hasta 17.7 (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), finalmente en 2017 se registra el valor más alto de todo el estudio (53.5 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), registrando un 27% del total de la evaluación para ese año, mientras que el área basal correspondiente a los árboles extraídos también registró en 2017 el valor más alto (12.1) con un porcentaje de 6% del área basal total evaluada. Este sistema presenta un arbolado muy heterogéneo debido a procesos de extracción elevados en el pasado (Figura 51), principalmente sobre el mangle blanco *L. racemosa*, los cuales han dejado grandes áreas de manglar completamente desprovistas de esta vegetación (Tabla 81, Gráfica 58).

**Tabla 81. Área basal en el sistema de Bajos de Coyula, Oaxaca**

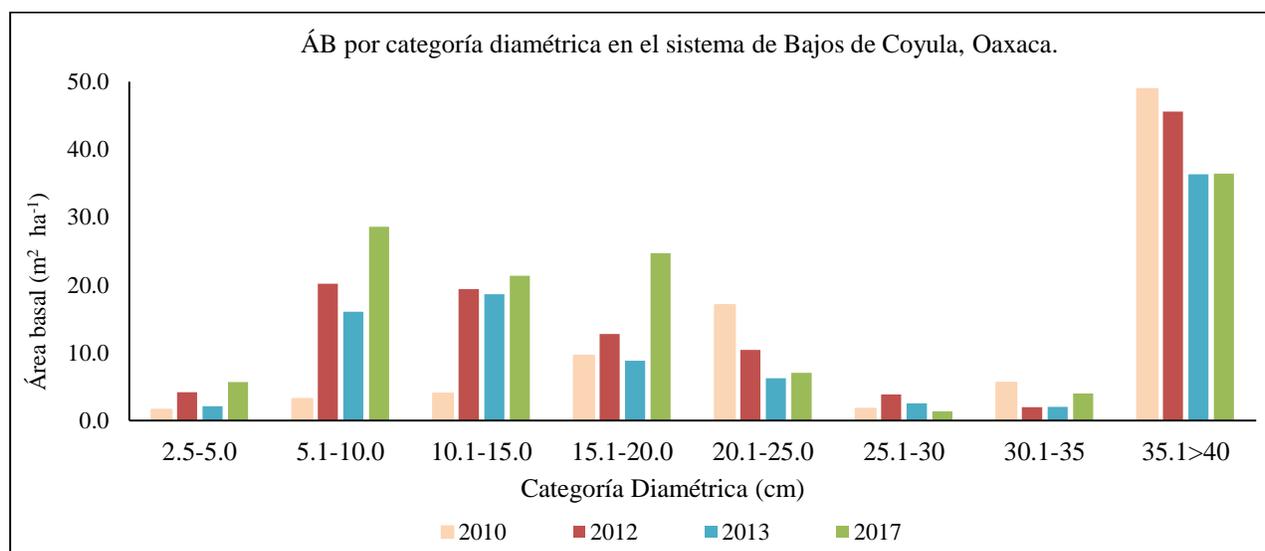
Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	91.7	3.2	0.0	94.9
2	2012	118.5	17.7	2.8	139.0
3	2013	92.9	4.8	1.9	97.7
4	2017	129.2	53.5	12.1	194.8



Gráfica 58. Modificación del área basal en el sistema de Bajos de Coyula, Oaxaca.

En la distribución del área basal por categorías diamétricas se registraron valores que son mayores respecto al año inicial del monitoreo para las categorías diamétricas de 2.5 a 20.0 cm, que corresponden al arbolado en fase inicial y juvenil-maduro de crecimiento, este valor disminuye para los árboles en fase madura con diámetros superiores a los 20.1 cm; mientras que, para el arbolado senil de crecimiento, se registró la mayor área basal de todos los rodales.

En este sistema lagunar como en el caso de Laguna del Rosario, también son visibles los efectos que el huracán “Paulina” dejó en 1997 sobre el arbolado de mangle, incluso, aquí afecto fuertemente al arbolado mayor que eran bosques de mangle blanco y rojo ubicados hacia la parte más interna del sistema lagunar (25.1 a 35.0 cm) (Gráfica 59, Tabla 82).

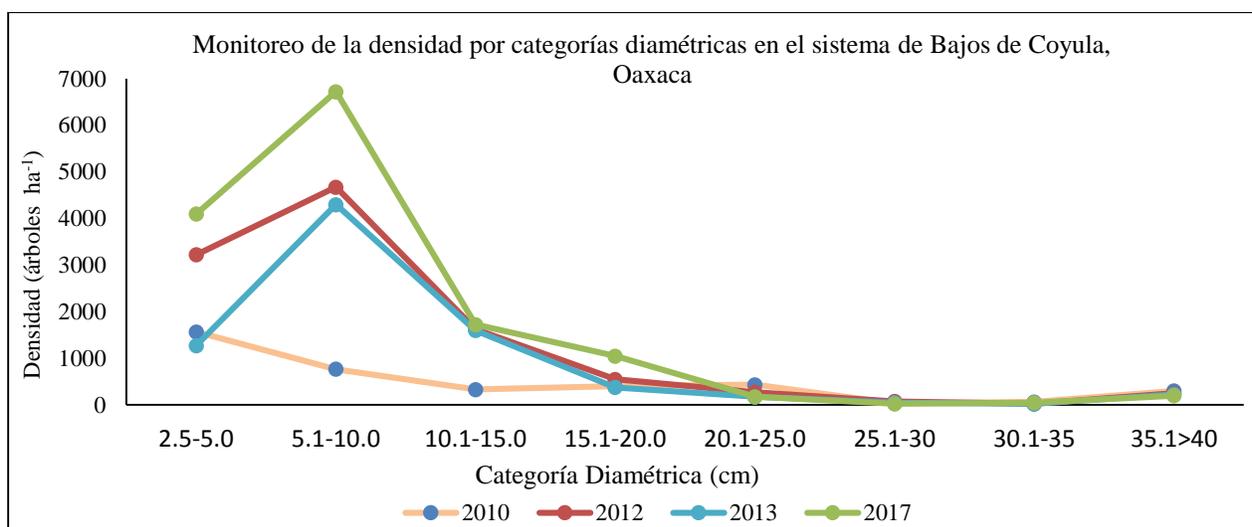


Gráfica 59. Área basal por categorías diamétricas en el sistema de Bajos de Coyula, Oaxaca.

**Tabla 82. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Bajos de Coyula, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	1.6	3.2	4.0	9.6	17.0	1.8	5.6	48.9	91.7
2	2012	4.2	20.2	19.4	12.8	10.5	3.9	2.0	45.6	118.5
3	2013	2.1	16.1	18.6	8.8	6.2	2.6	2.0	36.3	92.9
4	2017	5.7	28.6	21.4	24.7	7.1	1.4	4.0	36.4	129.2

La densidad del arbolado por categoría diamétrica presenta un comportamiento similar al área basal, incrementando el número de individuos en la clase diamétrica de 5.1-10.0cm, correspondiente al arbolado juvenil-maduro en crecimiento, pero disminuyendo fuertemente en el arbolado maduro e incrementándose en los individuos seniles, (Gráfica 60, Tabla 83).



Gráfica 60. Densidad del arbolado en el sistema de Bajos de Coyula, Oaxaca.

**Tabla 83. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Bajos de Coyula, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	1567	767	333	400	433	33	67	300	3900.0
2	2012	3225	4675	1625	550	275	75	25	250	10700.0
3	2013	1275	4300	1600	375	175	50	25	225	8025.0
4	2017	4100	6725	1725	1050	175	25	50	200	14050.0

En la evaluación del diámetro promedio del arbolado, inicia con 12.4cm, posteriormente con la incorporación de dos PMP se registró una disminución del valor como consecuencia de incorporar de gran cantidad de arbolado juvenil principalmente de *L. racemosa*, en el segundo año de evaluación (2012), se obtiene un diámetro promedio de 9.3 cm, el cual disminuye a 8.7 cm para el año final de evaluación (2017). En el caso de la altura total del arbolado existe un incremento respecto al año 2012 de evaluación con un valor de 11.9 m finalizando con 13.4 m en 2017. Para el parámetro de la cobertura arbórea, inicia con 18.4 m<sup>2</sup>, posteriormente se registró una disminución paulatina en los siguientes monitoreos, al obtener en 2012 un valor de 9.6m<sup>2</sup> y registrar en 2017 un valor de 8.8 m<sup>2</sup>. Esto como consecuencia de haber incorporado gran cantidad de individuos de *L. racemosa*, los cuales son individuos de porte recto y copas muy angostas. Por el contrario, esta tendencia es distinta para la densidad del arbolado, la cual inicia con 391 individuos, finaliza con un incremento en relación al año de evaluación de 2012 que registra un valor de 1070 árboles/ha<sup>-1</sup> finalizando 2017 con un valor de 1405 árboles/ha<sup>-1</sup>; esto es consecuencia de incluir un buen número de árboles de tallas menores en las PMP agregadas durante 2012.

El Índice de Complejidad de Holdridge varía ampliamente entre 32.5 y 36.5 al final del estudio; con valores intermedios en los dos monitoreos a la mitad del estudio, esto se debe a haber agregado nuevos sitios. Finalmente, en la regeneración natural existe una disminución al obtener 35, 5000 plántulas/ha<sup>-1</sup> en 2017, un valor inferior en relación a los otros años evaluados, incluso en el primer monitoreo no se registraron plántulas en ninguno de los bosques estudiados, (Tabla 84; Figura 51).

**Tabla 84. Parámetros estructurales en el sistema de Bajos de Coyula, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2010	12.4	11.9	18.4	391	32.5	0.0
2012	9.3	11.9	9.6	1070	25.6	139,500
2013	11.1	12.8	10.0	802	18.5	174,000
2017	8.7	13.4	8.8	1405	36.5	35,500



Figura 51. En la parte interior de la laguna, existen rodales con buen desarrollo del arbolado alcanzando hasta 20m de altura, la asociación de *L. racemosa*-*A. germinans*, la cual está deteriorada por la extracción de madera.

### 10.8.3. Diagnóstico del manglar

Estos rodales en 2010 estaban cubiertos por un bosque maduro de 8 a 20 m de altura, cubría hasta un 68% por árboles de *L. racemosa*, 18% de *A. germinans*, 10% estaba constituido por *R. mangle* principalmente en las áreas cercanas al mar y 4% por mangle *C. erectus*. Estos rodales, en el año de 1997 fueron tremendamente afectados por el huracán “Paulina”, el cual dañó principalmente al mangle blanco y negro, el arbolado maduro fue roto o derramado; mientras que el arbolado juvenil de *L. racemosa* solo fue inclinado, recuperándose rápidamente; posteriormente en los años de 2012 y 2014 con el paso de los huracanes “Manuel” y “Bárbara” fue nuevamente afectado, siendo el daño menos severo y afecto principalmente al arbolado senil y maduro de *A. germinans* y menos a *L. racemosa*, dejando una buena cantidad de árboles derribados, los cuales se han ido pudriendo en su totalidad. Actualmente gran parte de los rodales está constituido por un bosque juvenil-maduro de *L. racemosa* y *A. germinans*, de una altura de 8 a 20 m de altura. Presenta una elevada densidad de arbolado juvenil, incluso en el último monitoreo se registraron algunos árboles reclutas (>2.5cm).

El suelo de los rodales está constituido por una capa de limo y arcilla de 10-12 cm de espesor sobre una base de arena media a gruesa, con presencia de gran cantidad de conchas, las cuales se incrementa hacia la cercanía del mar. Debido a la falta de aporte de ríos y al secuestro del agua de los arroyos por la agricultura de las plantaciones de papaya, sandía, melón, jitomate y maíz, toda el área presenta elevados niveles de salinidad intersticial, principalmente en la época de secas, donde suele alcanzar valores (>45 UPS); mientras que en septiembre y octubre de cada año la salinidad en el suelo suele ser <40 UPS.

En el pasado la zona media y NW de la laguna presentaba una activa extracción de sal, situación que ha dejado su impronta en el arbolado de mangle blanco y negro en muchos sitios, actualmente la extracción de madera de mangle se ha incrementado en forma sustancial asociado a una elevada mortalidad natural del arbolado senil y juvenil, situación que compromete la renovación del bosque, como parte del proceso de selección natural. Bajo estas condiciones el sistema tiene medianas perspectivas de mantenerse en los siguientes años; a cambio de que la extracción y mortalidad natural no se incrementen. Probablemente el mayor riesgo sea el incremento de la salinidad en el suelo y el secuestro del agua dulce por la agricultura, ambos factores asociados a la presencia de años secos, pueden ser una amenaza potencial en los siguientes años ante el cambio climático.

## 10.9 Sistema lagunar Ventanilla

### 10.9.1 Monitoreo del Manglar



Figura 52. Sobre los bosques de mangle de este sistema han pasado dos huracanes: “Paulina” en 1997 y “Carlota” en 2012, a lo largo de 13 años esta vegetación pudo recuperar su estructura y composición en poco tiempo.

En los manglares del sistema lagunar de Ventanilla, Oaxaca, se realizó el monitoreo del manglar en seis PMP, con sitios de mangle de tipo ribereño, predominando *R. mangle* con bosques monoespecíficos, y con escasa presencia *L. racemosa*, especie que solo se distribuye en la franja arenosa frente al mar, este sistema desde siempre ha presentado una riqueza de biodiversidad en la vegetación como se observa en la figura 52. Se realizaron dos evaluaciones, iniciando en 2010, posteriormente en junio 2012 el área fue afectada por el Huracán Carlota, el cual destruyó completamente un 87% del arbolado en pie, dejando solo el arbolado arbustivo y la vegetación asociada, esta situación origino la suspensión del monitoreo debido a la caída del arbolado en todos los sitios con PMP, sin embargo, NOTA: Se realizó un monitoreo del desarrollo de la vegetación de manglar posterior al huracán y una evaluación de los daños causados, tomando en cuenta el proceso de regeneración que se originó posterior al evento natural (Base de datos anexa) (Cuadro 41).

Cuadro 41. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema de Ventanilla, Oaxaca								
Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTA MARÍA TONAMECA	VENTANILLA	BORDE	098PMPOAVE	MONOESPECIFICO	Rm	98	2	MONITOREO SUSPENDIDO
			100PMPOAVE		Rm	100	2	
			101PMPOAVE		Rm	101	2	
			102PMPOAVE		Rm	102	2	
			103PMPOAVE		Lr	103	2	
			099PMPOAVE	DOMINANTE	Lr/Rm	99	2	

En el área de estudio se clasificaron todos los bosques de mangle en la categoría de manglar perturbado y la presencia de otros humedales, (Cuadro 42), situación que fue provocada por el evento natural ocurrido en 2013. Este sistema de manglar ya había sido afectado fuertemente en 1997 por el paso del Huracán “Paulina”, el cual arrasó con toda la vegetación de ese humedal. Antes del huracán, la vegetación de mangle estaba constituida por rodales de un gran desarrollo de *R. mangle* y *L. racemosa*, con árboles de hasta 42 y 37m de altura.

Posteriormente en 1998, con el apoyo de la “Cooperativa Ecoturística de La Ventanilla”, se iniciaron labores de reforestación por medio de la siembra directa de propágulos de *R. mangle*, inicialmente se reforestaron 1.2 hectáreas, posteriormente con la asesoría de Ecosur, se reforestaron otras 3.6 ha, para completar 4.8 hectáreas en cuadrángulos de 50x50m, a una densidad de 10,000 propágulos/ha, separando cada cuadrado por un canal de 5m de ancho. A lo largo de los siguientes 13 años la vegetación de mangle se fue recuperando hasta alcanzar una altura de 15m en 2010, cuando se inició este estudio, la densidad del arbolado cuando se realizó el primer monitoreo era de 4250 árboles/ha.

En 2012 con el paso del huracán “Carlota”, la totalidad del arbolado fue derramado o derribados en el caso de *R. mangle*; mientras que para *L. racemosa* gran cantidad del arbolado frente al mar solo fue inclinado, por lo que en los siguientes meses buena parte del arbolado juvenil se recuperó completamente (Figura 53).



Figura 53. Al paso del huracán “Carlota”, gran parte del arbolado fue derribado, siendo los rodales de *L. racemosa* los que mejor soportaron los efectos del meteoro.

Cuadro 42. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)

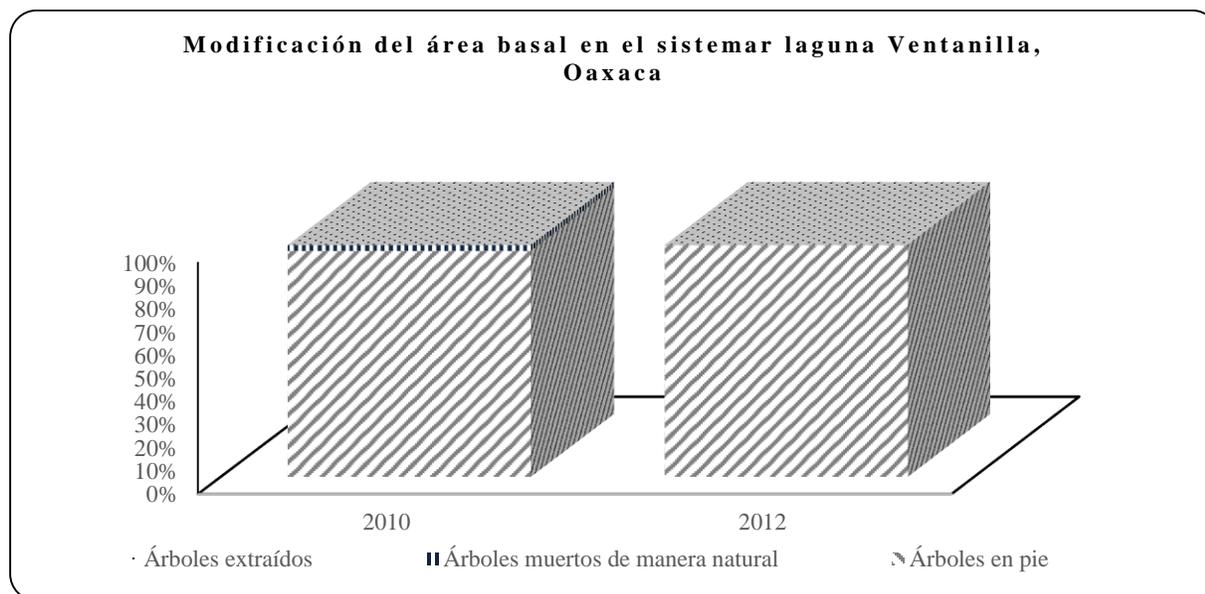
PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
098PMPOAVE	Rm	0	0	0	0	0	1	1	0	0
100PMPOAVE	Rm	0	0	0	0	1	1	0	0	0
101PMPOAVE	Rm	1	1	0	0	0	1	1	0	0
102PMPOAVE	Rm	1	1	0	0	0	1	1	1	0
103PMPOAVE	Lr	1	1	0	0	0	1	1	0	0
099PMPOAVE	Lr/Rm	1	1	0	0	0	1	1	0	0

### 10.9.2. Estructura y composición

Se registró una disminución del área basal del arbolado en pie, en relación al primer año de evaluación ( $253.7 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), registrando un valor final de  $206.9 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , a su vez no se registra un porcentaje mayor al 2% en el área basal del arbolado muerto de manera natural y finalmente no se registran en ambos períodos de evaluación la extracción de madera o leña, esto es consecuencia de que la comunidad humana asociada al sistema lagunar no permite utilizar el mangle para ningún uso, (Tabla 85, Gráfica 61).

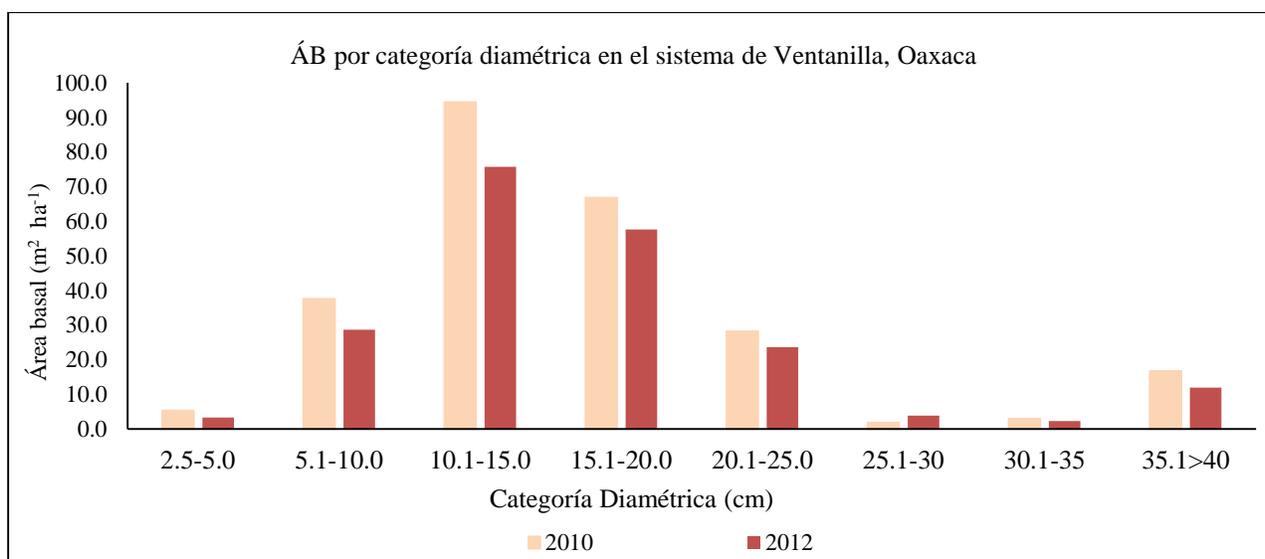
**Tabla 85. Área basal en el sistema lagunar Ventanilla, Oaxaca**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	253.7	6.3		260.0
2	2012	206.9	0.0		206.9



**Gráfica 61. Modificación del área basal en el sistema de La Ventanilla, Oaxaca.**

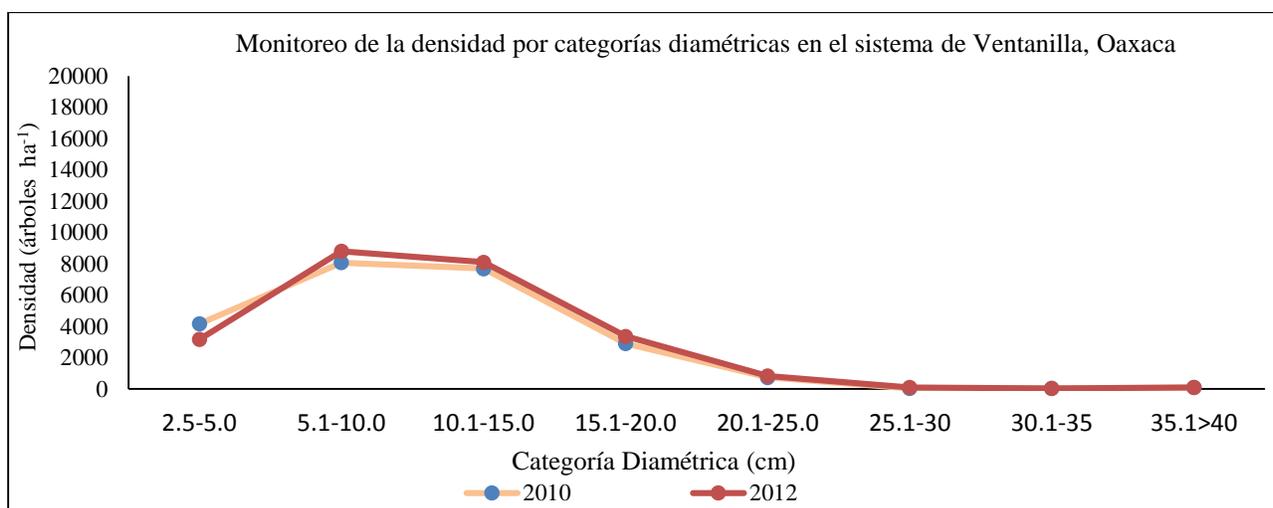
En la distribución del área basal por categoría diamétrica se obtuvieron resultados que indican una disminución para cada una de las categorías analizadas en los dos monitoreos realizados, exceptuando las categorías del arbolado con diámetros de 25.0 a 30 cm, que pertenecen al arbolado en las fases más maduras del crecimiento, ambas categorías son las que tienen el menor número de árboles, esto mismo pasa con los árboles seniles, los cuales aunque son los que más contribuyen al área basal, en este sistema presentan valores de área basal muy bajos (Gráfica 62, Tabla 86). Esta distribución de las categorías en el arbolado, es el resultado de la recuperación del bosque posterior al paso del huracán “Paulina”. Posterior a la reforestación la mayor cantidad de las plantas arraigadas inicialmente, al momento del primer monitoreo los árboles presentes tenían 13 años, que tenían entre 10.0 y 25.0cm, el resto de las categorías mayores son producto de los pocos árboles remanentes en años anteriores al evento.



Gráfica 62. Área basal por categorías diamétricas en el sistema lagunar Ventanilla, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	5.3	37.6	94.4	66.8	28.2	1.8	2.9	16.7	253.7
2	2012	3.3	28.6	75.7	57.6	23.6	3.9	2.2	11.9	206.9

En el caso de la densidad del arbolado, existe un incremento de individuos para los diámetros de 5.1 cm a diámetros menores de 30 cm, este resultado genera una mayor densidad de árboles respecto al año inicial de evaluación al obtener en 2010 una densidad de 2373 árboles/ha<sup>-1</sup> y finalizar con una densidad de 2450 árboles/ha<sup>-1</sup>, la mayor disminución se produce en los diámetros menores a 5.0 cm, como parte del proceso de selección natural, mientras que en el arbolado senil, se mantiene el mismo valor (Gráfica 63, Tabla 87).



Gráfica 63. Registro de la densidad del arbolado en el sistema de Ventanilla, Oaxaca.

**Tabla 87. Densidad de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema de Ventanilla, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	4167	8067	7700	2900	733	33	33	100	23733.3
2	2012	3167	8800	8100	3367	833	100	33	100	24500.0

En la evaluación de diámetros se registra un ligero incremento de 10.4 cm a 10.7 cm para la segunda evaluación, este incremento es similar en los parámetros de altura total y en la cobertura arbórea, así como en la densidad del arbolado, el parámetro que disminuye respecto a la evaluación inicial es el Índice de Complejidad de Holdridge al obtener 56.2 y finalizar en 36.2, esto se debe a que una sola especie es ampliamente dominante en todos los sitios estudiados. Los valores de regeneración natural son bajos, debido al estado de inundación que se presentó durante las evaluaciones; así como a la cobertura arbórea tan cerrada que presenta el arbolado mayor, lo cual impide la entrada de suficiente luz hasta el suelo (Tabla 88).

**Tabla 88. Parámetros estructurales en el sistema lagunar Ventanilla, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2010	10.4	16.0	6.5	2373	56.2	2,034
2012	10.7	16.7	6.8	2450	36.2	1,621

### 10.9.3. Diagnóstico del manglar

Este sistema de manglares durante un periodo tan corto como 15 años ha soportado dos eventos de huracanes como fueron los huracanes “Paulina” y “Carlota” en el periodo de 1997 y 2012, en el primer caso el sistema ha demostrado, como el manglar es capaz de recuperarse rápidamente en un tiempo muy corto. En 2012 el diámetro promedio era de 10.7cm y una altura promedio de 16.7m, incluso se registraron árboles con diámetros máximos de hasta 16.7 cm y altura de hasta 19.9 m, lo que es un indicativo de la robustez del sistema posterior al evento. Incluso si tomamos en cuenta que durante el primer evento de octubre de 1997 hasta finales de 1998 el suelo estuvo cubierto con gran cantidad de árboles y palizada posterior al evento catastrófico, el cual impedía la regeneración o arraigamiento de propágulos al suelo, mucho de este material fue retirado antes de realizarse la reforestación. Una situación semejante se observó en 2013 posterior al paso del segundo evento, hasta octubre de ese año, el suelo estaba cubierto por gran cantidad del arbolado derribado (Figura 54)



Figura 54. Los efectos del huracán Carlota fueron especialmente devastadores sobre el arbolado mayor de *R. mangle*.

El sistema antes del último huracán estaba constituida por un bosque maduro monoespecífico de *R. mangle*, con una franja frente al mar de *L. racemosa*. Desde 2010-2012 el sistema no había presentado extracción de madera. Desde el pasado toda el área circundante en unas 100 has estaba constituida por un bosque tipo ribereño, alimentada por el río Tonameca, pasando en estos dos años de una densidad de 2373 a 2450 en 2012. En la parte más próxima al mar el sistema está delimitado por una franja de *L. racemosa* de arbolado juvenil sobre la barra arenosa; mientras que hacia la parte Norte, Este y Oeste, el sitio daba paso a bosques monoespecífico de *R. mangle*. En la actualidad el área está completamente colapsada, posterior a cinco años del paso de “Carlota” y en franco proceso de recuperación como se observa en la figura 54. El suelo todo el tiempo está de húmedo hasta inundado (10-25cm), incluso en la época de secas; mientras que en lluvias la inundación se eleva hasta 50-65cm. El suelo actualmente está constituido por una capa de materia orgánica formada por hojarasca, restos de madera y palizada de 170-120 cm de espesor, sobre una base de limo y arena de hasta 48cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 20-30 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<20 UPS). La humedad y temperatura bajo el arbolado en marzo de 2012 fue de aproximadamente 71% y 28°C, lo que demostraba estabilidad ambiental del sistema, actualmente estos parámetros ambientales han cambiado a 47% y 33°C en marzo de 2017.

*El sistema en su totalidad en los próximos cinco años puede recuperarse paulatinamente, debido al interés de la comunidad de recuperarlo, actualmente se ha retirado parte de la madera por los habitantes.*

## 10.10. Sistema lagunar El Tomatal

### 10.10.1 Monitoreo del Manglar

El estudio del manglar en la localidad El Tomatal se realizó con el monitoreo de tres PMP, agregando una unidad de estudio en la segunda evaluación (2012); los manglares evaluados son de tipo borde con dominancia de *C. erectus*, conformando bosques monoespecíficos, igualmente existen otros bosques con dominancia de esta especie sobre *L. racemosa* y *A. germinans*, existen también asociaciones con vegetación secundaria. La evaluación del manglar comprende tres periodos, iniciando en 2010 y finalizando en 2017, (Cuadro 43).

Cuadro 43. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema lagunar El Tomatal, Oaxaca								
Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTA MARIA COLOTEPEC	EL TOMATAL	BORDE	091PMPOAET	MONOESPECIFICO	Ce	91	3	MONITOREO PERMANENTE
			090PMPOAET	DOMINANTE	Ce/Lr	90	3	
			092PMPOAET		Ce/Va	92	3	
			92APMPOAET		Ag/Lr	92 <sup>a</sup>	2	

Los manglares del Tomatal están en la frontera límite de extensas áreas agrícolas y ganaderas, ocasionando una degradación continua en el sistema lagunar y de manglar, predominando en el paisaje áreas de vegetación secundaria que están desplazando las áreas de manglar, esto principalmente está sucediendo en la parte Norte y Este del sistema, posterior al huracán “Carlota”, el arbolado mayor fue derramado o arrancado; incluso en algunas áreas buena parte del manglar de *L. racemosa* y *A. germinans* fue el más afectado; mientras que hacia la parte Oeste el manglar esta mejor conservado, (Cuadro 44).

Cuadro 44. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0) y uso del suelo (1)										
PMP	ASOCIACION	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
090PMPOAET	Ce/Lr	0	1	1	0	1	0	0	0	0
091PMPOAET	Ce	0	1	1	0	1	0	0	0	0
092PMPOAET	Ce/Lr/Rm	0	1	1	0	1	0	0	0	0
92APMPOAET	Ag/Lr	0	0	0	0	1	0	1	0	0

### 10.10.2 Estructura y composición

El área basal registró un valor inicial de 152.9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> para el año de 2010, incrementando el valor en 2012 (172.9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), como resultado de agregar una unidad más de estudio, sin embargo, esta situación no hace que se incremente el valor final, debido a que se registró una continua tendencia hacia la disminución, finalizando en 131 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> para el 2017. En el caso del área basal para los árboles muertos de forma natural se cuantificó una mortalidad mínima durante los dos monitoreo iniciales; posteriormente se registró un fuerte incremento en el año 2017 al obtener un porcentaje del 11%, valor superior a los años anteriores de evaluación, En el caso de la extracción de madera al inicio del estudio fue medianamente alto (10.2), disminuyendo en 2012, posteriormente el valor del área basal por extracción forestal se incrementó obteniendo un porcentaje del 9% (14.3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>). Tomando en cuenta los valores anteriormente descritos, se puede deducir que el área total está deteriorada y en incremento, asociado al avance de las fronteras agropecuarias, principalmente por las áreas de cultivo de cacahuete, Sandía y melón (Tabla 89, Gráfica 64).

**Tabla 89. Área basal en el sistema lagunar El Tomatal, Oaxaca**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	152.9	1.5	10.2	164.5
2	2012	172.9	2.5	5.8	181.1
3	2017	131.2	18.4	14.3	163.9

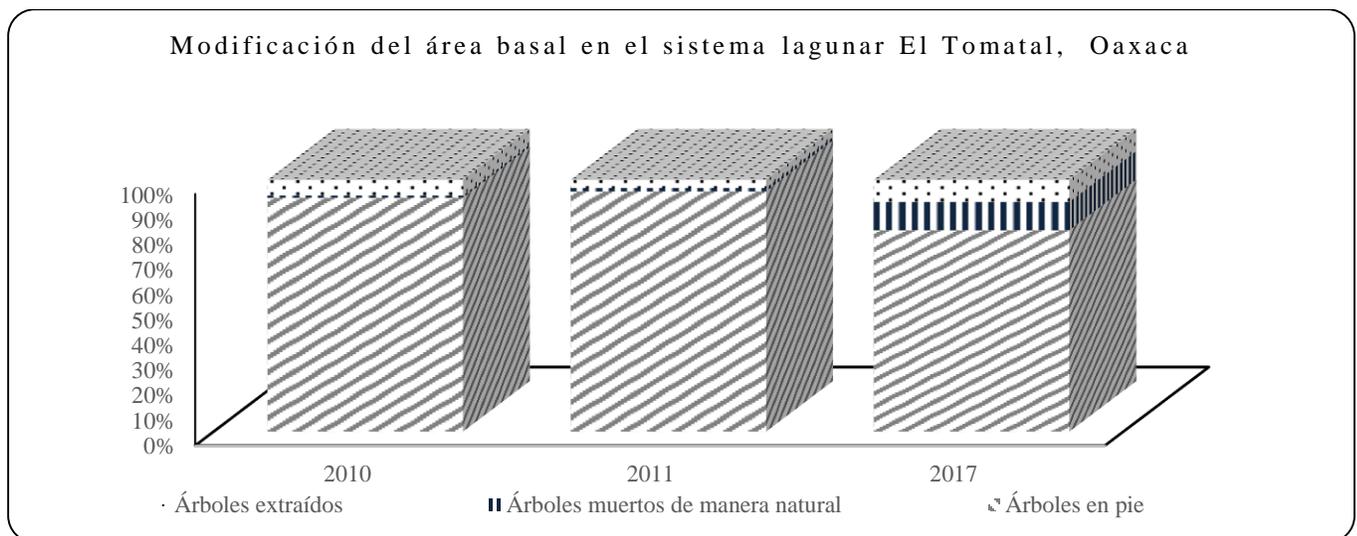
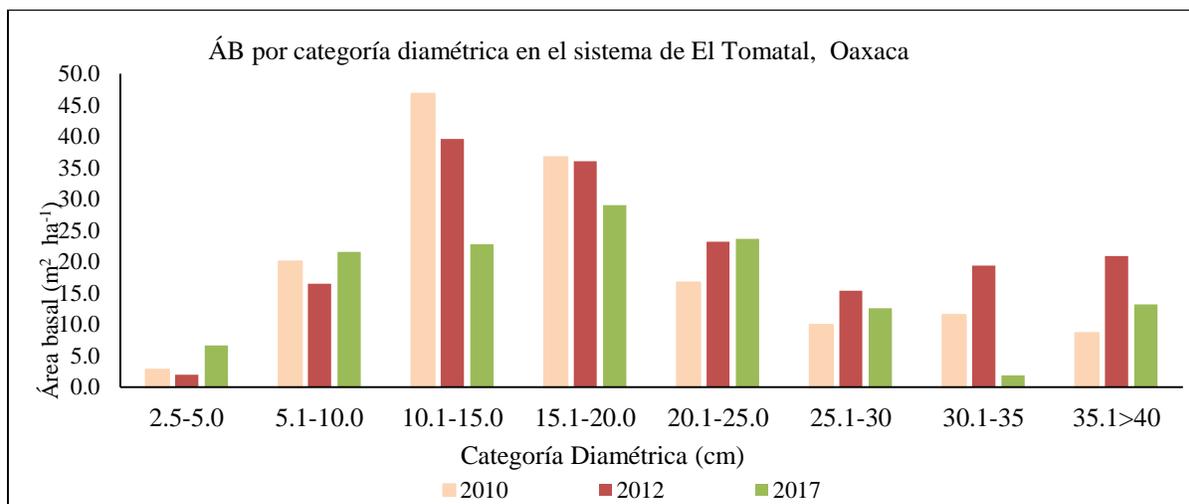


Gráfico 64. Distribución del área basal en el sistema lagunar El Tomatal, Oaxaca.

Para el área basal para cada categoría diamétrica se registró una heterogeneidad en los valores obtenidos para cada una de las clases diamétricas a lo largo del estudio. El menor valor corresponde

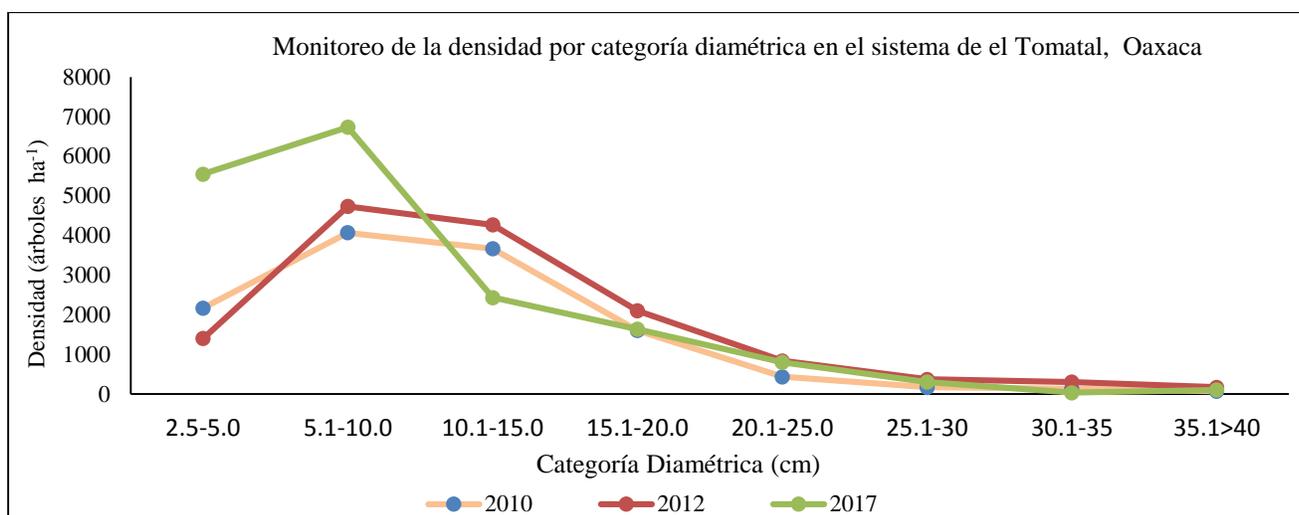
a la primera categoría (2.5 a 5.0 cm), registrando un incremento en el área basal para los diámetros de 5.1 a 25.0 cm. La tendencia de menor área basal también se observó en arbolado maduro y senil con diámetros superiores a los 20.1 cm. En buena parte de las clases diamétricas el año de 2012 fue donde se registraron los mayores valores del área basal (Gráfica 65, Tabla 90).



Gráfica 65. Área basal por categorías diamétricas en el sistema lagunar El Tomatal, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	2.8	20.0	46.8	36.7	16.7	9.9	11.5	8.6	152.9
2	2012	1.9	16.5	39.6	36.0	23.2	15.4	19.4	20.9	172.9
3	2017	6.6	21.5	22.8	29.0	23.6	12.6	1.9	13.2	131.2

En relación al estudio de la densidad del arbolado, contrariamente a lo que se observa en rodales poco perturbados, donde la primera categoría es la que registra el mayor número de individuos; en este sistema de manglares la densidad entre la primera y segunda categoría registro entre 70 y 39% más árboles para la segunda categoría (5.1 a 10.0 cm) en los tres años estudiados. A partir de esta categoría existe un incremento del valor para el área basal pero con menor número de árboles, generando un incremento al obtener en 2012 un valor de 12, 300 árboles/ha<sup>-1</sup>, y finalizar con un valor de 17, 583 árboles/ha<sup>-1</sup>, Esta situación se debe a que debido al grado de alteración de los rodales existen pocos árboles reclutas en los bosques, (Gráfica 66, Tabla 91).



Gráfica 66. Registro de la densidad del arbolado en el sistema lagunar El Tomatal, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	2167	4067	3667	1600	433	167	133	67	12300.0
2	2012	1400	4733	4267	2100	833	367	300	167	14166.7
3	2017	5550	6733	2433	1633	800	300	33	100	17583.3

Los valores obtenidos para el diámetro promedio del arbolado, se reducen entre la medición del año inicial de evaluación al obtener 11.6 cm en 2010 y finalizar con 8.7 cm de diámetro promedio en 2017, con el valor más notable en 2012. En la altura total del arbolado existe un incremento de 7.6 m a 11.2 m a lo largo del estudio, una situación similar se observó para la cobertura arbórea promedio en los manglares de este sistema lagunar, incrementando valores de 2010 a 2017, siendo el año de 2012 donde se registró el valor más alto en la cobertura arbórea. El Índice de Complejidad de Holdridge disminuye de manera notable en relación al año inicial de monitoreo con 81.2 y finalizar con un valor de 32.9, está notable disminución también se observa en la medición de la regeneración natural al obtener en un inicio 182,000 plántulas/ha<sup>-1</sup> y finalizar con un promedio de 4,000 plántulas/ha<sup>-1</sup>, este valor tan bajo se debe a que posterior al paso del huracán, buena parte de los árboles de *C. erectus* y *L. racemosa* productores de semillas y propágulos fueron derribados o derramados, como se observa en la figura 55, (Tabla 92).

**Tabla 92. Parámetros estructurales en el sistema de El Tomatal, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2010	11.6	12.9	7.6	12300	81.2	182,000
2012	13.0	14.2	19.9	14167	45.8	50,000
2017	8.7	13.3	11.2	17583	32.9	4,000



Figura 55. Al paso del huracán “Carlota” en 2012 las áreas más afectadas fueron los bosques de mangle en la parte este y norte del sistema.

### 10.10.3. Diagnóstico del manglar

El sistema de manglares antes de 2010 mostraba signos inequívocos de elevada extracción de madera; este proceso se incrementó durante los años de 2010 y 2016-2017, incluso la expansión de la comunidad y la expansión de la agricultura se tradujo en un incremento de la presión sobre el sistema, reflejada en los últimos dos años, con un incremento en la extracción de madera de todo los rodales, principalmente en aquellos sitios donde *C. erectus* y *L. racemosa* eran abundantes; asociado con un incremento en la mortalidad natural del arbolado y sobre todo de la cantidad de plántulas por el exceso de entrada de luz al suelo, debido a la excesiva insolación y a la interrupción de los flujos de agua se salinizo y compactó más el suelo, posterior al paso del huracán; incluso en la parte inmediata a la ribera del arroyo El Tomatal se observó un azolvamiento elevado por el gran

arrastre de arena y gravas sobre los rodales de mangle. En el último monitoreo realizado en 2017 se observó una gran caída de árboles viejos y maduros de *A. germinans*, *R. mangle* y *L. racemosa*, debido al paso del viento principalmente durante los meses de junio y septiembre, es posible que estos árboles ya habían muerto durante el huracán.

Esto ha originado una alteración en la humedad y temperatura de todo el sitio en la parte baja del sistema de raíces del sitio, debido a este proceso en el sitio ha empezado a desarrollarse grandes manchones de la halófito: *Batis marítima* y muchas *cyperáceas*, indicativo que el suelo está incrementando la salinidad. En la actualidad se ha observado la invasión de vegetación de herbáceas sobre el suelo, principalmente durante la época de secas cuando el suelo está de seco a húmedo en algunas áreas. Actualmente gran parte de los rodales son residuales con árboles viejos de *C. erectus*, la mayoría de ellos inclinados, postrados en el suelo, torcidos, y con perforaciones en los tallos, mientras que en toda la orilla de la zona inundada estacionalmente, se ha desarrollado una franja de 6-12 m de ancho de *A. germinans*, *L. racemosa*. Actualmente el manglar presenta una densidad muy baja de árboles. En muchos sitios del manglar existe una buena cantidad de tocones de mangle blanco, botoncillo y madresal.

En la parte más próxima al lecho del arroyo desde 2016 existe una franja muy alterada de mangle *A. germinans*, *C. erectus* y *L. racemosa*; mientras que hacia la parte Norte, Oeste y Sur, algunos de estos árboles fueron derribados por el viento creándose un gran claro, donde están apareciendo una buena cantidad de algunas plantas terrestres arbustivas y pastizal. Solo en la parte cercana al lecho del arroyo han aparecido algunas plántulas de *C. erectus* y *L. racemosa*, esto se debe a la presencia de agua dulce durante las lluvias y a la acumulación de gran cantidad de arena depositada en el borde del canal y a la derrama del material hacia el manglar, incluso se registraron algunos reclutas de *C. erectus* y *L. racemosa*. En 2017 se observó la presencia de gran cantidad de plantas de *A. germinans* muertas. Debido a la gran cantidad de luz que penetra al suelo, los árboles han experimentado el impacto del calor sobre los tallos, los cuales observan la desecación de la corteza y la muerte lenta del arbolado. Durante el estiaje en estos rodales el suelo está completamente seco, compacto e incluso agrietado, incluso en la época de lluvias, al escavar para alcanzar el manto freático, no se alcanzó hasta 1.7m de profundidad.

El suelo está formado por una capa de materia orgánica muy pobre de hojarasca y palizada de 3-5 cm de espesor sobre una base de arena gruesa, gravas y conchas de hasta 40cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 41-49 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<37 UPS).

*Bajo esta condición el sitio en el futuro tiende a hacerse un bosque residual debido a que el arbolado de mejor calidad se está extrayendo o muriendo, de continuar esta actividad los rodales desaparecerían en los siguientes cinco años, así como a la reducida capacidad del arbolado a producir propágulos. La humedad y temperatura bajo el arbolado en 2017 fue de aproximadamente 56% y mayor a 32°C, lo que demuestra la inestabilidad ambiental de la parcela.*

## **10.11. Sistema lagunar Los Naranjos-Palma-Sola**

### **10.11.1 Monitoreo del Manglar**



Figura 56. Rodal monoespecífico de *L. racemosa* constituido por arbolado maduro de gran porte.

Los sistemas de mangle de Naranjos-Palma Sola se ubican a lo largo de un estero que corre paralelo al mar a lo largo de 4.8 km y hasta 0.5 km de ancho, está constituido hasta en un 88% por arbolado maduro y senil de *L. racemosa*, con algunos sitios en la periferia del sistema donde aparecen pequeñas franjas de *A. germinans* (7%) y algunos parches *C. erectus* (5%), en la parte sur antiguamente el manglar se extendía un kilómetro más, actualmente está delimitado por plantaciones de coco, establecidas en la década de 1980, posterior a ser rellenado el humedal, según las crónicas de la gente local. El monitoreo de los manglares en el sistema Naranjos-Palma Sola se realizó con el estudio inicial de cinco PMP, agregando en la segunda evaluación (2012) un sitio más de estudio. En la 096PMP se suspendió la evaluación debido a la mortalidad total del arbolado. La evaluación está conformada por manglares de tipo borde con bosques monoespecíficos de *L. racemosa*, exceptuando una PMP en la que existe asociación con *A. germinans*, (Cuadro 45). Estos bosques sobresalen del resto de rodales de *L. racemosa* de esta entidad por estar constituidos por arbolado maduro, con árboles de gran porte con promedios de 13.2 cm de grosor y 18.1m de altura y en promedio de 13.8 m<sup>2</sup>, (Figura 56).

Cuadro 45. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema lagunar Los Naranjos-Palma Sola, Oaxaca								
Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTA MARÍA COLOTEPEC	LOS NARANJOS	BORDE	096PMPOALN	MONOESPECIFICO	Lr	96	3	MONITOREO CON SUSPENSION
			093PMPOALN		Lr	93	4	MONITOREO PERMANENTE
			095PMPOALN		Lr	95	4	
			96APMPOALN		Lr	96 <sup>a</sup>	3	
			097PMPOALN		Lr	97	4	
			094PMPOALN	DOMINANTE	Lr/Ag	94	4	

Existe en esta área la presencia de vegetación secundaria que paulatinamente ha ido desplazando algunas zonas de manglar. En el pasado la parte Este, Oeste y Norte del manglar estaba delimitado por una gran franja de tulares y popales los cuales han ido desapareciendo por el avance de la agricultura; mientras que por el lado del mar algunas áreas están ocupadas por potreros y recientemente por la construcción de predios urbanos de gran tamaño. Actualmente la presión sobre el manglar es más evidente debido en gran medida por la limitada distancia que existe entre los manglares y las áreas agrícolas y pecuarias. Es posible que este sea uno de los sistemas de manglar de la entidad más presionado por las actividades agrícolas, estas actividades rodean completamente al sistema, (Cuadro 46).

Cuadro 46. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)

PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
093PMPOALN	Lr	1	1	1	0	1	1	1	0	0
094PMPOALN	Lr/Ag	1	1	1	0	1	1	0	1	0
095PMPOALN	Lr	1	1	1	0	1	0	1	0	0
096PMPOALN	Lr	1	1	1	0	1	1	0	1	0
96APMPOALN	Lr	1	1	1	0	1	0	1	0	0
097PMPOALN	Lr	1	1	1	0	1	1	0	1	0

### 10.11.2. Estructura y composición

La evaluación del área basal del arbolado en pie, se observó una disminución del valor en los primeros tres años de evaluación, recuperándose fuertemente en el último período de medición, el valor incrementa al inicio teniendo 307.1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> en 2010 para finalizar con 400.2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; en 2017 también se incrementó el área basal de árboles muertos de forma natural al ocupar un 24% del área basal total evaluada, esto se debe a la enorme competencia por espacio y luz dentro de los rodales, en los cuales no se registraron árboles reclutas a lo largo del estudio. La extracción de madera en los tres primeros monitoreos estuvo de ausente a muy baja, siendo el año de 2017 donde se cuantificó un notable incremento en el área basal por extracción forestal (Tabla 93, Gráfica 67).

Tabla 93. Área basal en el arbolado en sistema lagunar Los Naranjos-Palma Sola, Oaxaca

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	307.1	10.6		317.7
2	2012	317.7	32.3	0.3	350.3
3	2013	281.1	17.2		298.3
4	2017	400.2	128.8	18.2	547.2

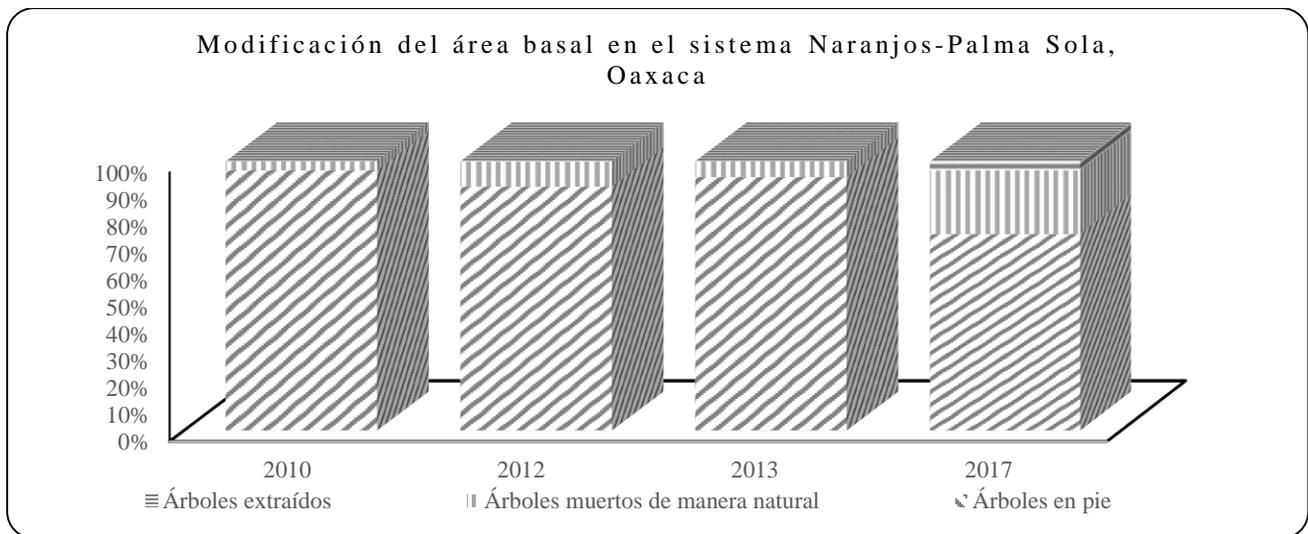
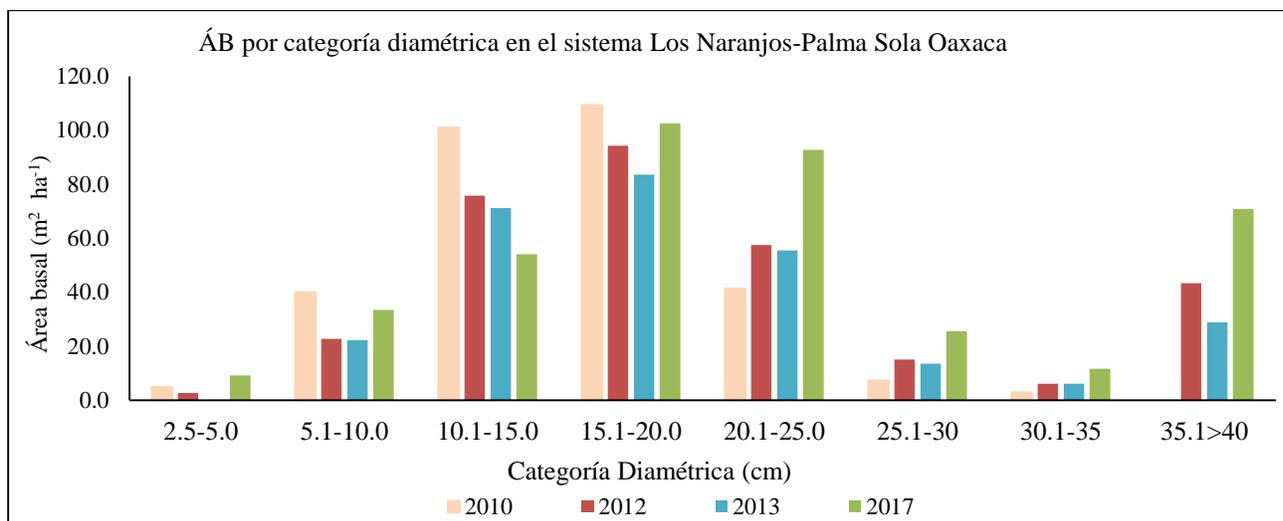


Gráfico 67. Modificación del área basal en el sistema lagunar Los Naranjos-Palma Sola, Oaxaca.

La distribución del área basal en diferentes categorías diamétricas analizadas, se registró el menor valor para este parámetro correspondiente al arbolado juvenil (2.5 a 5.0 cm). En las siguientes cuatro categorías diamétricas se observó un incremento en el área basal, sin embargo, se registró una heterogeneidad entre los valores de área basal a lo largo del estudio, denotando como valores sobresalientes el año de inicio y final del estudio, es en los diámetros de 20 cm a 40 cm, en donde se registró la menor disminución del valor del área basal, clases diamétricas correspondientes en la actualidad a bosques de mangle en fase madura y arbolado senil. Probablemente esto se debe y coincide con los efectos del huracán “Paulina” en 1997, que devastó fuertemente estos bosques como lo demuestran la gran cantidad de árboles seniles de *L. racemosa* derribados en el piso de los rodales en Palma Sola, incluso aún quedan restos de troncos y arboles desgajados, muchos de ellos con algunas reiteraciones o ramas de buen grosor (Gráfica 68, Tabla 94).



Gráfica 68. Área basal por categoría diamétrica en el sistema Los Naranjos-Palma Sola, Oaxaca.

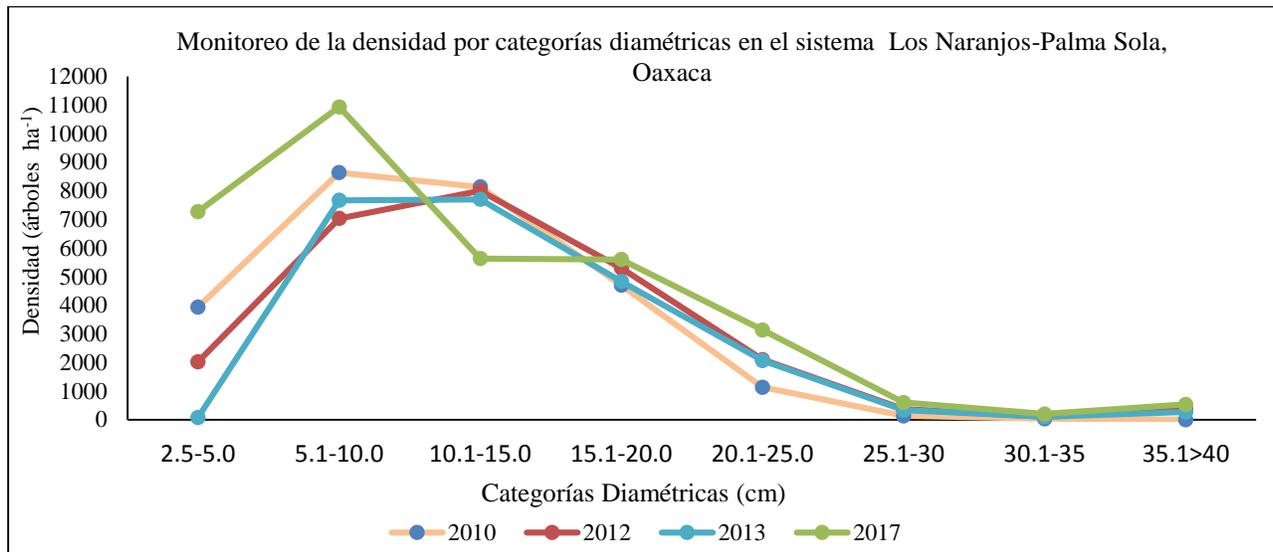
**Tabla 94. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema Los Naranjos-Palma Sola, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	5.0	40.1	101.0	109.4	41.4	7.3	2.9	0.0	307.1
2	2012	2.7	22.8	75.8	94.4	57.6	15.1	6.1	43.3	317.7
3	2013	0.1	22.3	71.2	83.5	55.5	13.5	6.1	28.9	281.1
4	2017	9.1	33.5	54.1	102.6	92.7	25.6	11.7	70.9	400.2

En la densidad del arbolado se presenta una densidad mínima en la clase juvenil del arbolado, situación que puede considerarse anómala (2.5-5.0cm), lo que indicaría una fuerte presión sobre estos rodales que estén impidiendo un reclutamiento elevado de plántulas y arbolado juvenil a clases diamétricas mayores. Es notable que a partir de diámetros de 5.1-20.0cm, estas clases llegan a duplicar o triplicar el número de árboles de la clase juvenil. La mayor densidad del arbolado se registró entre 5.1 a 25.0cm. A partir de 25.1cm, la densidad del arbolado disminuye fuertemente, en las categorías de árboles maduros a seniles, esta situación puede ser en parte obra de los eventos de vientos fuertes y huracanes en los años pasados, los cuales eliminan algunos de los árboles más altos y viejos, ocasionalmente son los individuos que ofrecen mayor resistencia al aire, por tener copas más grandes y troncos con menor flexibilidad al efecto del viento (Gráfica 69, Tabla 95).



Figura 57. Arbolado senil, probablemente remanentes del paso del huracán “Paulina”, los cuales presentan gran cantidad de rebrotes sobre los troncos.



Gráfica 69. Densidad del arbolado en el sistema Los Naranjos-Palma Sola, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	3933	8633	8133	4700	1133	133	33	0	26700.0
2	2012	2025	7033	8000	5300	2100	367	100	367	25291.7
3	2013	175	7667	7700	4833	2067	333	100	267	23041.7
4	2017	7275	10933	5633	5600	3133	600	200	533	33908.3

En la evaluación del diámetro promedio del arbolado en estos rodales existe un ligero aumento del valor con 11.0 cm en 2010, para finalizar con 11.3 cm en 2017, con valores superiores en los años intermedios. También existe un incremento en la altura total promedio del arbolado (15.9 a 18.1 m). La cobertura arbórea promedio fue el parámetro estructural que más se incrementó a lo largo del estudio, al pasar de 3.5 a 14.4 m<sup>2</sup>); en el Índice de Complejidad de Holdridge el valor disminuye de 88.4 en 2010 a 61.4 en 2017; finalmente la regeneración natural registró los mayores valores superiores para el año 2013 (467,045 plántulas ha<sup>-1</sup>), con respecto al primer año de evaluación mientras que en el 2017 no se reportan plántulas en los rodales debido a que el suelo estaba muy inundado cuando se realizó la evaluación, (Tabla 96).

**Tabla 96. Parámetros estructurales en el sistema Los Naranjos-Palma Sola, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2010	11.0	15.9	3.5	2670	88.4	236,000
2012	15.5	18.8	20.1	2529	64.8	258,000
2013	15.3	19.8	17.4	2304	55.6	467,045
2017	11.3	18.1	14.4	3390	61.4	-

El cambio en la estructura de los manglares de este sistema está regulado por el amplio uso suelo que se ha venido presentando en los últimos 20 años, en donde se debe considerar un aumento de las áreas agrícolas y ganaderas, disminuyendo el espacio que separa a los manglares de estas actividades antrópicas, en general la parte norte y noroeste y noreste del sistema está delimitado por áreas agrícolas de uso del suelo intensivo y fuertemente mecanizadas. Se debe también poner énfasis en las afectaciones naturales que se han presentado en la región con más frecuencia.



Figura 58. Durante julio-agosto la masiva caída de propágulos de *L. racemosa*, produce una elevada producción de plántulas en los bosques del sistema.

### 10.11.3. Diagnóstico del manglar

Toda el área de manglar está fuertemente presionada por las actividades antrópicas como la agricultura, ganadería, el crecimiento acelerado por la parte Oeste del sistema (Barra de Navidad), sobre esta zona desde hace unos 15 años se han empezado a establecer prestadores de servicios turísticos, y asentamientos humanos, eliminando la vegetación original e introduciendo gran cantidad de desechos y aguas residuales. Sobre la franja de dunas frente al mar, antiguamente no existían asentamientos humanos, paulatinamente la plusvalía del suelo frente al mar ha ido transformando muchas áreas prístinas en áreas residenciales. Mientras que hacia la zona terrestre la agricultura todos los años secuestra las pocas reservas de agua dulce del suelo y los dos arroyos que atraviesan el área antes de llegar el humedal, introduciendo fertilizante y plaguicidas al sistema.

Desde 2010, la parcela estaba compuesta por un bosque maduro-juvenil tipo borde con una excelente densidad en ascenso de 2670 a 3390 árboles/ha de mangle *L. racemosa*. Desde el inicio todos los rodales han presentado extracción de madera, como lo afirman los pobladores; durante los años de 2015-2017, esta actividad se incrementó, aun con esto la densidad de árboles no disminuyó. En algunas áreas al interior del bosque si se han perdido algunos de los árboles más viejos. Al interior de los bosques la mayoría de árboles de *L. racemosa*, presentan un espaciamiento entre 2-3m de distancia.

Durante los monitoreos se observó en los árboles de las orillas una gran producción de propágulos muy superior al arbolado del interior de los bosques, los cuales caen al suelo en los meses de julio y agosto, ocasionalmente en años secos la caída de propágulos se prolonga hasta septiembre, generándose una gran cantidad de plántulas en octubre-enero producto de la caída de propágulos, donde posteriormente mueren en grandes cantidades al elevarse la salinidad intersticial durante el estiaje. (Figura 58). El suelo solo está inundado en la época de lluvias; mientras que en el estiaje el suelo está de húmedo a seco. En lluvias la inundación se eleva hasta 12 cm. El suelo está constituido por una capa de materia orgánica con gran cantidad de hojarasca y restos de palizada de 5-20 cm de espesor sobre una base de limo-arcilla y arena de tamaño medio de unos 40 cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 32-40 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<32 UPS). La humedad y temperatura bajo el arbolado en julio de 2018 fue de aproximadamente 67% y mayor a 30°C, lo que demuestra la relativa estabilidad ambiental de estos rodales de mangle blanco.

*Es probable que el sitio se mantenga bajo estas condiciones en los siguientes años, a cambio de que la extracción de madera, el uso del agua dulce y la expansión de las áreas pobladas se mantengan en los niveles actuales. Sería lamentable perder estos bosques de mangle blanco, por su exuberancia, niveles de desarrollo, densidad y belleza escénica que presentan, amén de los servicios ambientales que representan.*

## 10.12 Sistema lagunar Manialtepec

### 10.12.1 Monitoreo del Manglar



Figura 59. Efectos del huracán Carlota sobre *R. mangle* en laguna de Manialtepec, Oaxaca.

En laguna Manialtepec, se realizó el monitoreo de los bosques de mangle en 11 PMP; los manglares estudiados fueron de tipo borde, siendo *L. racemosa* la especie dominante en estos bosques, formando bosques monoespecíficos y bosques con dominancia sobre *R. mangle*; mientras que en los bosques ribereños ubicados al interior de la laguna y sobre el cauce del río, el manglar está dominado por *R. mangle*. El manglar se evaluó en cuatro períodos de medición iniciando en 2010, y continuando en 2012-2013, realizando la última evaluación en 2017; por las afectaciones al bosque y sistema provocadas en junio de 2012 por el huracán Carlota, no fue posible realizar la evaluación debido al difícil acceso, situación que generó la cancelación de una PMP y la suspensión del monitoreo en tres PMP en el período de 2012-2013, retomando el monitoreo en el último año de evaluación para las PMP suspendidas. Debido a este fenómeno natural en 2012 se agregó otra PMP, (089BPMPOAMA) (Cuadro 47). Antes del paso del huracán existían rodales medianamente conservados de *R. mangle* y *L. racemosa* de hasta 25m de alto en la parte Sur y sobre la porción Oeste de la laguna.

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
VILLA DE TUTEPEC	MANIALTEPEC	BORDE	080PMPOAMA	MONOESPECIFICO	Rm	80	2	MONITOREO CON SUSPENSION
			083PMPOAMA		Lr	83	4	MONITOREO PERMANENTE
			084PMPOAMA		Lr	84	4	
			085PMPOAMA		Lr	85	4	
			89BPMPPOAMA		Rm	89b	3	
			088PMPOAMA		Rm	88	4	
			081PMPOAMA	DOMINANTE	Lr/Rm	81	2	MONITOREO CON SUSPENSION
			082PMPOAMA		Lr/Rm	82	4	MONITOREO PERMANENTE
			087PMPOAMA		Rm/Lr	87	1	MONITOREO CANCELADO
			089PMPOAMA		Rm/Lr	89	3	MONITOREO CON SUSPENSION
	086PMPOAMA	MONOESPECIFICO	Rm	86	2			
	PUERTO SUELO							

En laguna de Manialtepec se registró en cinco PMP la cercanía con áreas agrícolas y pecuarias, así como la presencia de vegetación secundaria (Cuadro 48). Con excepción de dos sitios ubicado al interior del sistema de manglar el resto están en la periferia de áreas de cultivos, actividades que están induciendo cambios en la vegetación de manglar en los últimos años, debido a la deforestación de la vegetación, a la extracción de varas, polines y leña de mangle; este fenómeno se incrementó con el paso del huracán en 2012, principalmente sobre el arbolado mayor de *R. mangle*, siendo la franja de mangle ubicada en la parte sur de la laguna fue la más afectada (Figura 59)

**Cuadro 48. Usos de suelo y vegetación en un área buffer de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)**

PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
080PMPOAMA	Rm	0	1	0	0	1	1	0	1	0
081PMPOAMA	Lr/Rm	0	1	1	0	1	1	0	0	0
082PMPOAMA	Lr/Rm	0	1	0	0	1	0	0	1	0
083PMPOAMA	Lr	0	0	1	1	1	1	0	1	0
084PMPOAMA	Lr/Rm	0	1	0	0	1	0	0	1	0
085PMPOAMA	Lr	0	1	0	0	1	1	0	1	0
086PMPOAMA	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
088PMPOAMA	Rm	0	0	1	0	1	0	0	1	0

### 10.12.2. Estructura y composición

El área basal registró un valor inicial en 2010 de 529.0 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, mientras que en el segundo monitoreo se registra una disminución notable del área basal, como consecuencia de la suspensión del muestreo en tres PMP (290.7 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), finalmente el estudio registra un valor muy semejante en los últimos dos años de monitoreos (279.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), lo que indica una escasa variabilidad en el valor a partir de la evaluación del 2013; el área basal de los árboles muertos de forma natural registra en 2017 un valor superior en relación a los otros años de evaluación con un porcentaje del 24.7% (98.2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) del total del área basal evaluada para ese año, es también en este año en el cual la extracción forestal registra un valor superior con un 19.5% (19.5 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) del total del área evaluada, (Tabla 97, Gráfica 70).

**Tabla 97. Área basal en el sistema lagunar Manialtepec, Oaxaca**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	529.0	9.7	9.3	548.0
2	2012	290.7	19.0	-	309.7
3	2013	279.1	33.9	0.4	313.4
4	2017	279.6	98.2	19.5	397.3

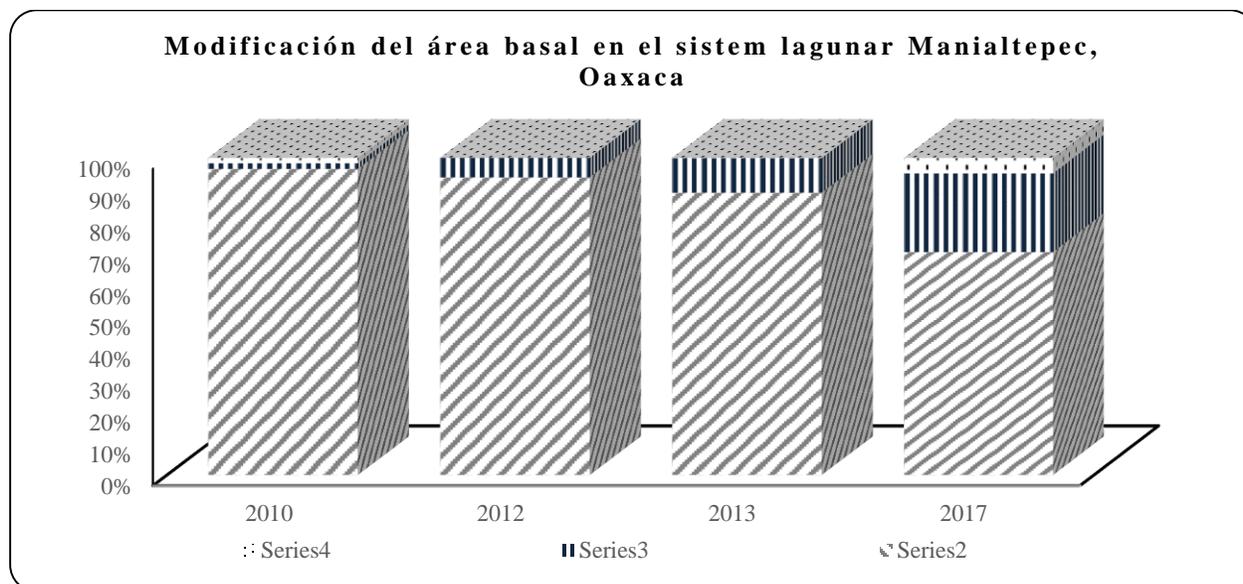
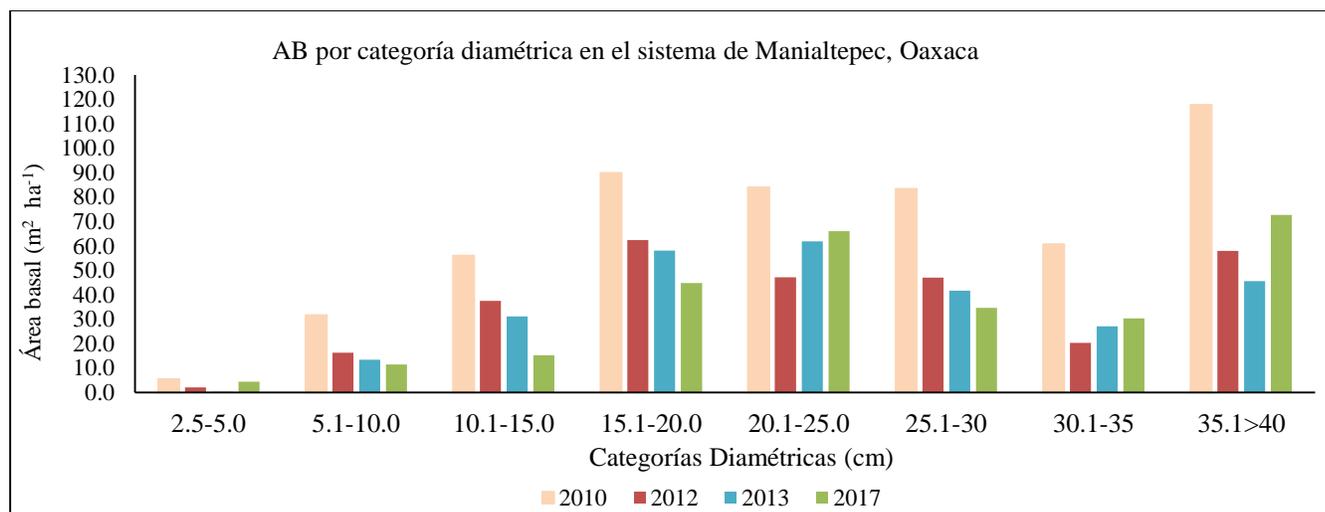


Gráfico 70. Modificación del área basal en el sistema de Manialtepec, Oaxaca.

En el análisis del área basal por categoría diamétrica los resultados indican que en todas las categorías diamétricas para todos los años de estudio, el área basal es mayor al inicio (2010) que al final (2017), esto es más evidente en las categorías de arbolado maduro (5.1-20.0 cm), esta tendencia de disminución también se registra en las subsiguientes categorías diamétricas, indicando

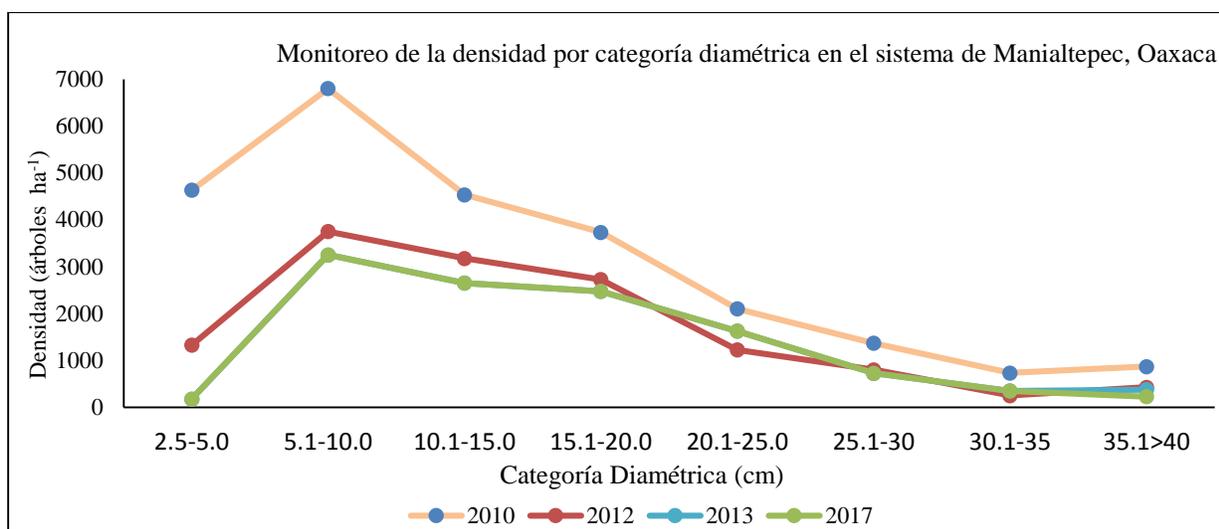
como resultado final una menor área basal para cada una de las categorías diamétricas analizadas, (Gráfica 71, Tabla 98). Este comportamiento del área basal es el resultado del efecto del huracán, afectando principalmente al arbolado maduro y senil especialmente los diámetros mayores (25.1- >40 cm), observándose una recuperación del arbolado cuatro años posterior al meteoro sobre el sistema.



Gráfica 71. Área basal por categorías diamétricas en el sistema Manialtepec, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	5.5	31.6	56.0	90.0	84.0	83.4	60.7	117.7	529.0
2	2012	2.1	16.2	37.5	62.4	47.2	47.1	20.3	57.9	290.7
3	2013	0.3	13.4	31.1	58.1	61.8	41.6	27.1	45.6	279.1
4	2017	4.4	11.4	15.3	44.8	66.1	34.6	30.3	72.7	279.6

La tendencia de disminución en la evaluación de la densidad del arbolado es similar al obtenido en el estudio del área basal, registrando en cada una de las categorías diamétricas una disminución del valor en relación al primer año de evaluación, sin embargo, se registra para el año 2013, valores muy similares en la densidad con respecto al año 2017, indicando que no existieron cambios de una evaluación a otra en el número de individuos, sin embargo en el área basal si se obtienen valores superiores en el 2017 con respecto al año 2013, como consecuencia del incremento de biomasa de los árboles a lo largo del tiempo, (Gráfica 72, Tabla 99).



Gráfica 72. Densidad del arbolado en el sistema Manialtepec, Oaxaca.

**Tabla 99. Densidad de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema lagunar Manialtepec, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	4633	6800	4533	3733	2100	1367	733	867	24766.7
2	2012	1325	3750	3175	2725	1225	800	250	425	13675.0
3	2013	175	3250	2650	2475	1625	725	350	375	11625.0
4	2017	176	3253	2651	2479	1627	729	353	225	11475.0

Los valores del diámetro promedio del arbolado obtenidos durante los primeros monitoreos fueron muy similares (16.8) al obtenido en 2017 (16.7), con muy poca variabilidad en este parámetro, una situación cercanamente semejante se observó con la evaluación de la altura total del arbolado, al no presentar mayor variabilidad en el promedio registrado en 2010 (17.8 m) y en 2017 un valor de 18.8 m. En el caso de la cobertura arbórea se presentó una disminución del valor registrando en 2010 un valor de 24.3 m<sup>2</sup>, disminuyendo a 17.3 m<sup>2</sup> en 2017, posiblemente esto es consecuencia de la caída del arbolado mayor con copas más grandes; situación que viene a ser corroborada por la densidad del arbolado, donde también se registró una disminución fuerte en el número de árboles entre al año inicial y el último, incluso esta disminución progresiva, a lo largo de los siguientes años, es el resultado de la muerte de muchos árboles por el impacto durante el meteoro, mientras que otros se van muriendo en los siguientes dos años posteriores la evento, debido al efecto de la excesiva insolación, cambios en la humedad y la temperatura, aun cuando estos árboles hayan quedado en pie, inclinados o semiderramados, como sucedió con muchos árboles en cada uno de los sitios estudiados en La Ventanilla, Tomatal y Naranjos (Tabla 100, Figura 60).

**Tabla 100. Parámetros estructurales en el sistema lagunar Manialtepec, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2010	16.8	17.8	24.3	2476	49.6	254,000
2012	16.5	18.6	11.2	1367	41.8	-
2013	17.5	18.7	15.2	1162	34.1	618,000
2017	16.7	18.8	17.3	1147	34.2	-



Figura 60. A dos años del evento, mucho de los sitios no se habían recuperado, debido a la falta de circulación del agua, por la obstrucción del arbolado caído.

### 10.12.3. Diagnóstico del manglar

Desde 2010 los rodales de mangle en este sistema lagunar estaban constituidos por bosques tipo ribereño y de borde, los primeros de mangle maduro-senil de *R. mangle*, de 16-20 m de altura y de 13.8cm de DAP, principalmente en la periferia de Laguna de Manialtepec; mientras que los rodales de borde estaban constituido por *L. racemosa-R. mangle*, con algunos árboles de *A. germinans*, constituida por bosques maduro-senil, distribuidos en el canal que conduce hacia el mar y toda el área aledaña a este canal hacia la parte Este y Sur del sistema.

Anteriormente la mayoría de árboles de *R. mangle*, presentan un espaciamiento entre 6-10m de distancia entre los árboles, provocado por el desarrollo extraordinario de las copas; posterior al huracán este espaciamiento cambio a 14-22m de distancia, con lo cual se crearon una buena cantidad claros donde penetran una gran cantidad de luz hasta el suelo, con lo cual se ha incrementado la temperatura y disminuido la humedad. Durante los primeros monitoreos siempre se encontraron pocas plántulas de *R. mangle* arraigadas al suelo, esto es producto de la excesiva cobertura del dosel del arbolado; por el contrario, siempre existía una gran cantidad de propágulos de *R. mangle* y *L. racemosa*, en toda la orilla de la laguna y en los esteros, gran parte de ellos se hidrataban y posteriormente morían. Posterior al paso del meteoro, la cantidad de plántulas ha desaparecido, debido a la excesiva insolación del suelo, así como a la falta de circulación del agua, lo que provoca el calentamiento del agua y la mortalidad de las plántulas. La temperatura bajo el arbolado era < a 28°C; mientras que después de 2012 la temperatura siempre fue mayor 33°C lo que demuestra la fragilidad ambiental de los sitios más afectados. Por el contrario, en los bosques de mangle blanco, no se han observado cambios notables en los factores ambientales.

El suelo todo el tiempo ha estado inundado, ocasionalmente con hasta 30cm de agua, principalmente durante las lluvias. El suelo está constituido por una capa de materia orgánica constituida por hojarasca, restos de madera y palizada de 10-50 cm de espesor sobre una base de limo y arena de hasta 55cm de profundidad. Durante la última visita al sitio se observó que el suelo estaba ligeramente inundado. Los niveles de salinidad intersticial en secas eran de 32-34 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<25 UPS).

*Bajo esta condición los rodales más afectados se han ido recuperando paulatinamente; por el contrario los sitios no afectados se han mantenido, por lo que a futuro pueden mantenerse bajo condiciones óptimas. A pesar de que toda la zona de manglar está rodeada de actividades agrícolas y asentamiento humanos, principalmente en la parte Oeste, Este y Norte del sistema.*

## 10.13 Sistema lagunar Cacalotepec

### 10.13.1 Monitoreo del Manglar



Figura 61. Los rodales de *L. racemosa*- *R. mangle* presentan buen porte; mientras que las áreas cercanas a las comunidades presentan elevada extracción de madera.

En el área de Laguna de Cacalotepec se evaluaron y monitorearon los bosques de manglar en cuatro PMP, en las unidades de estudio se registran bosques de manglar con presencia de las cuatro especies de mangle (*R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erectus*), en cada evaluación no se registró la dominancia de una especie sobre otra, siendo todos los manglares mixtos y de tipo borde. La evaluación incluye cuatro períodos de medición, iniciando en 2010, posteriormente 2012-2013, realizando la última evaluación en 2017 (Cuadro 49). Los bosques en el área cercana a la comunidad de Roca Blanca, están fuertemente deteriorado por extracción de madera. Mientras que en la parte Oeste y Norte predominan grandes plantaciones de palma de coco, cultivos que han eliminado rodales de mangle botoncillo en el pasado. Por el contrario, hacia la parte Norte y Oeste del sistema los bosques presentan un buen desarrollo y un grado de conservación intermedio, como se observa en la figura 61.

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
VILLA DE TUTEPEC	CACALOTEPEC	BORDE	076PMPOACA	MIXTO	Ce/Lr/Ag	76	4	MONITOREO PERMANENTE
			077PMPOACA		Rm/Lr/Ag	77	4	
			078PMPOACA		Rm/Lr/Ce	78	4	
			079PMPOACA		Lr/Ce/Ag/Rm	79	4	

En dos PMP se registra la cercanía de áreas agrícolas y pecuarias (se observa en las áreas de manglar el cultivo de palma), así como la asociación de manglares con vegetación secundaria (Cuadro 50).

PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
076PMPOACA	Ce/Lr/Ag	1	0	1	0	1	1	0	0	0
077PMPOACA	Rm/Lr/Ag	0	1	1	0	1	1	0	0	0
078PMPOACA	Rm/Lr/Ce	1	1	0	0	1	1	0	0	0
079PMPOACA	Lr/Ce/Ag/Rm	1	1	0	0	1	1	1	0	0

### 10.13.2. Estructura y composición

En el área basal de árboles en pie existe una disminución del valor en relación al año inicial de evaluación al obtener en 2017 un valor de 127.8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, mientras que en el 2010 se obtuvo un valor de 173.3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, esta tendencia de disminución se presentó en cada período de evaluación; en el área basal de árboles muertos de manera natural es en el 2017 en donde se registra un valor superior en relación a los otros años de evaluación con un porcentaje del 23% del área basal total evaluada, en este año también se obtiene el mayor valor del área basal de árboles extraídos con un 7%, en comparación con los años anteriores, (Tabla 101, Gráfica 73).

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	173.3	0.3	4.8	178.5
2	2012	153.6	0.0	0.0	153.6
3	2013	153.8	0.0	0.0	153.8
4	2017	127.8	42.1	12.2	182.1

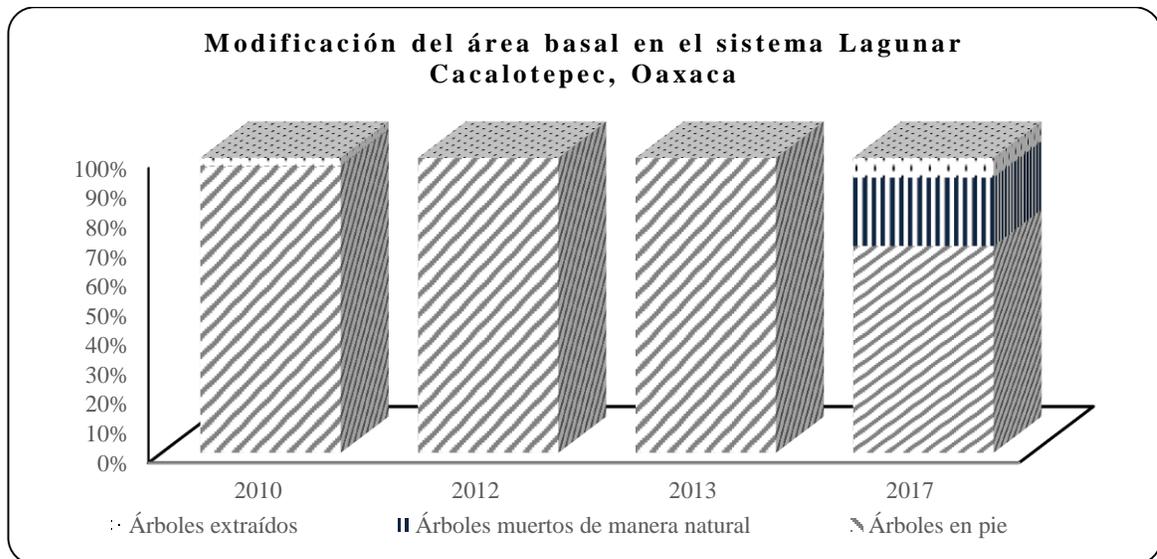
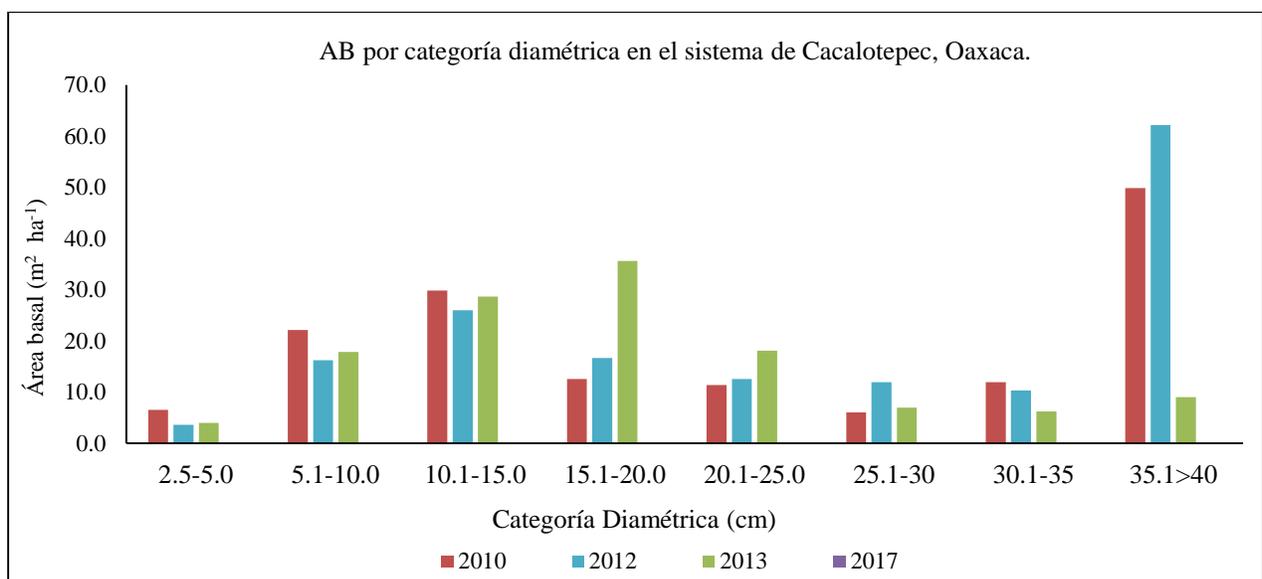


Gráfico 73. Modificación del área basal en el sistema de Cacalotepec, Oaxaca.

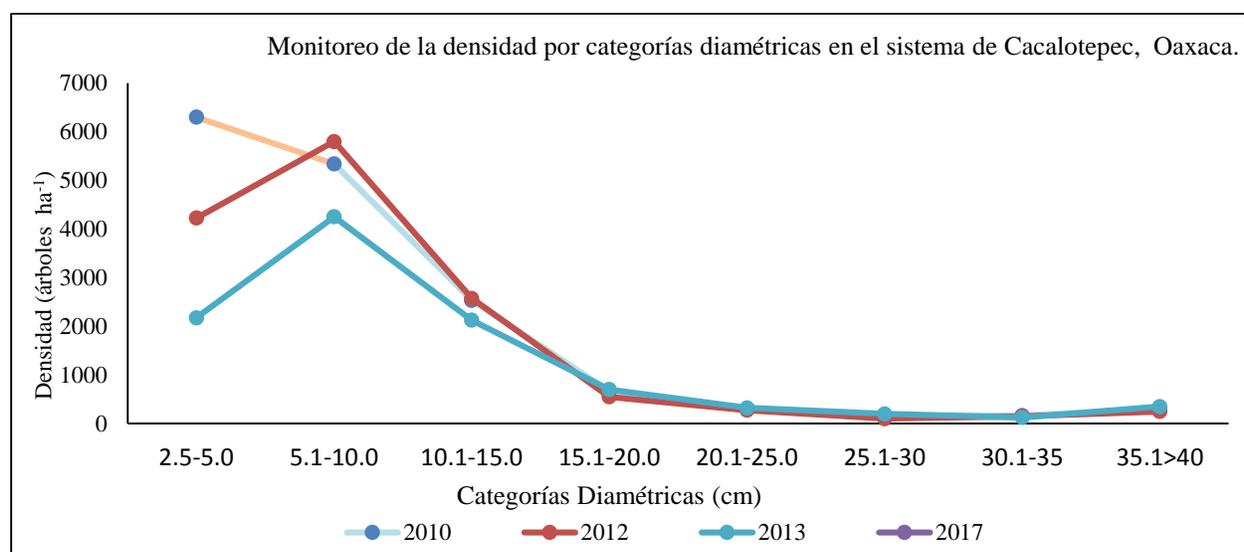
Para el área basal por categoría diamétrica se registra en diámetros en la fase inicial de crecimiento (2.5 a 10.0 cm), una disminución del valor en comparación con el primer monitoreo, esta tendencia de disminución se observa de igual manera en diámetros en fase juvenil (10.1 cm a 15.0 cm), y en fase madura y senil de crecimiento (mayores a 20 cm), sin embargo en la evaluación del 2017, para arboles juveniles y maduros se registra un incremento en relación a la evaluación del 2013, indicando una fase intermedia en la sucesión de estos manglares, al mantener la población del área basal en árboles juveniles a maduros, (Gráfica 74, Tabla 102).



Gráfica 74. Área basal por categorías diamétricas en el sistema Cacalotepec, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	7.0	23.0	29.7	15.6	12.5	10.3	14.0	62.6	174.7
2	2012	6.5	22.1	29.9	12.6	11.4	6.0	12.0	49.9	150.3
3	2013	3.6	16.2	26.0	16.7	12.6	12.0	10.3	62.2	159.5
4	2017	4.0	17.9	28.7	35.6	18.1	7.0	6.2	9.1	126.5

En relación a la densidad del arbolado por categoría diamétrica se registra un comportamiento similar al área basal, registrando una tendencia de disminución en relación al primer año de evaluación, pero siendo los valores del 2017, superiores a los registrados en el 2013 (Grafica 75, Tabla 103).



Gráfica 75. Densidad del arbolado en el sistema Cacalotepec, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	6300	5333	2533	667	300	167	167	300	15766.7
2	2012	4225	5800	2575	550	275	100	150	250	13925.0
3	2013	2175	4250	2125	700	325	200	125	350	10250.0
4	2014	3225	4150	2450	1450	450	125	75	75	12000.0

En la evaluación de diámetro se registra una disminución al registrar en 2010 un diámetro promedio de 14.8 cm, disminuyendo a 10.0 cm para el año 2017, esta tendencia de disminución se observa también en la evaluación de la altura total (17.0 m en 2010 a 15.0 m en 2017), y en la cobertura arbórea, la cual es la de mayor disminución en comparación con el diámetro y la altura total.

En la densidad del arbolado, es menor para el último año de evaluación, sin embargo, el resultado de 2017 es mayor en comparación con los valores obtenidos en 2013, (se registra un total de 10,000 árboles/ha<sup>-1</sup>, en 2010 y en 2017 se obtiene un valor de 12, 025 árboles/<sup>-1</sup>); el índice de Complejidad de Holdridge disminuye al obtener en 201 un valor de 97 y registrar en 2017 un valor de 62; finalmente en la evaluación de la regeneración natural también se observa una disminución en relación al año inicial, sin embargo los valores del 2017 son mayores en relación a la evaluación del 2013, (Tabla 104, Figura 62) .



Figura 62. En esta laguna los rodales son maduros a seniles, con densidades bajas y con la asociación de *L. racemosa*- *A. germinans*.

Tabla 104. Parámetros estructurales en el sistema lagunar Cacalotepec, Oaxaca.						
Año	Promedio DBH (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2010	14.8	17.0	26.3	1576	97	118,000
2012	13.8	17.0	14.2	1392	41	-
2013	18.0	17.4	17.9	1000	96	24,000
2017	10.0	15.0	8.4	1202	62	40,000

### **10.13.3. Diagnóstico del manglar**

Con excepción de las áreas cercanas a las comunidades y a las plantaciones de coco donde existe una elevada extracción de madera, la cual en los últimos monitoreos se ha incrementado; en el resto de los rodales el manglar está medianamente conservado, con algunas áreas con arbolado de las cuatro especies de muy buen porte.

Durante los primeros monitoreos siempre se encontraron plántulas arraigadas, en la actualidad a pesar de registrarse un gran arribo de propágulos de *R. mangle* y *L. racemosa*, gran parte de ellos se desecan y mueren. En los últimos dos monitoreos realizados solo se ha encontrado algunas plántulas tipo B y C de *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans* producto de la apertura del dosel, lo que indica las condiciones de estabilidad ambiental en el sistema.

El suelo en el pasado siempre estaba de húmedo a inundado, hasta 8 cm, principalmente durante las lluvias. El suelo está constituido por una capa de materia orgánica constituida por hojarasca y restos de palizada de 7-12 cm de espesor sobre una base de limo y arena fina de hasta 45 cm de profundidad. Durante la última visita al sitio se observó que el suelo está seco completamente. Los niveles de salinidad intersticial en secas eran de 34-38 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<28 UPS).

*Bajo estas condiciones, es probable que los rodales de mangle de este sistema lagunar, se pueden mantener en los siguientes años, a cambio de no incrementar la extracción de madera y leña.*

## 10.14 Sistema lagunar Chacahua-Pastoría-Palmarito

### 10.14.1. Monitoreo del Manglar



Figura 63. En todo el sistema la especie más abundante es *R. mangle*, la cual se distribuye ampliamente a la orilla de los cuerpos de agua.

La evaluación de los bosques de mangle en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua, se realizó con un estudio dirigido hacia los distintos sistemas lagunares que forman el Parque. En una primera evaluación realizada en 2009 se realizó el inventario de 30 PMP, a partir del primer inventario se seleccionaron 14 PMP, a las cuales se dio continuidad en los monitoreos siguientes, éstas PMP se ubican en las localidades de: Cerro Hermoso, Chacahua, Pastoría, Zapotalito, como se observa en la figura 63. También se incluyó los sistemas de EL Corral y Los Azufres. En 2010, debido a la importancia del sistema lagunar de Palmarito se incluyó en el monitoreo con dos PMP, concretando de esta manera el monitoreo en 7 zonas que se distribuyen en el Parque, incluyendo en la evaluación los 3 tipos de bosques (borde, ribereño, cuenca), así como asociaciones entre las cuatro especies de mangle (*R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erectus*), las cuales son en fisonomía, bosques monoespecíficos, dominantes y mixtos. A partir del tercer monitoreo (2012), se integran las 7 zonas de manglar monitoreadas en el Parque Nacional, de esta manera, se hace la integración de todas las PMP, y en la sistematización se incluyen aquellas PMP canceladas desde el primer monitoreo, etiquetadas con la leyenda de “Monitoreo Cancelado”, únicamente una PMP (050PMPOACH) es

cancelada por afectaciones naturales y existen otras en las que no se realiza un monitoreo, debido a lo difícil del acceso, (Monitoreo Suspendido), pero en el siguiente monitoreo se retoma la evaluación (Cuadro 51).

**Cuadro 51. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema lagunar Chacahua-Pastoría-Palmarito, Oaxaca**

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual	
VILLA DE TUTUTEPEC	CERRO HERMOSO	BORDE	033PMPOACH	MONOESPECIFICO	Rm	0	1	MONITOREO CANCELADO	
			035PMPOACH		Rm	0	1		
			034PMPOACH	DOMINANTE	Ag/Ce	0	1		
			036PMPOACH		Rm/Lr/Ag	0	1		
		RIBERENO	029PMPOACH	MIXTO	Rm/Lr	0	1		
			030PMPOACH		Rm/Lr	0	1		
		CUENCA	032PMPOACH		Ag/Rm/Lr	31	4		
			031PMPOACH		Ag/Rm/Lr	32	3		
	ZAPOTALITO	RIBERENO	042PMPOACH	MONOESPECIFICO	Rm	42	4	MONITOREO PERMANENTE	
	PASTORIA	BORDE	31-1PMPOACH	MONOESPECIFICO	Ag	0	1	MONITOREO CANCELADO	
			045PMPOACH		Rm	45	2	MONITOREO CON SUSPENSION	
			041PMPOACH	DOMINANTE	Ag/Lr/Rm	0	1	MONITOREO CANCELADO	
			043PMPOACH		Rm/Lr	41	4	MONITOREO PERMANENTE	
			044PMPOACH		Ag/Lr/Rm	44	4		
		CUENCA	037PMPOACH	MONOESPECIFICO	Ag	37	4	MONITOREO PERMANENTE	
			040PMPOACH		Ag	40	4		
			039PMPOACH	DOMINANTE	Ce/Ag	39	4		
			038PMPOACH	MIXTO	Ag/Ce	38	4		
		EL CORRAL	BORDE	046PMPOACH	DOMINANTE	Rm/Lr/Ag	0	1	MONITOREO CANCELADO
	RIBERENO		047PMPOACH	DOMINANTE	Rm/Lr	47	4	MONITOREO PERMANENTE	
		048PMPOACH	MONOESPECIFICO	Rm	48	4			
	CHACAHUA	BORDE		050PMPOACH	MONOESPECIFICO	Rm	50	3	MONITOREO CANCELADO
				052PMPOACH		Rm	0	1	MONITOREO PERMANENTE
			058PMPOACH	Rm		58	4		
		BORDE	049PMPOACH	DOMINANTE	Lr/Rm	49	4	MONITOREO CANCELADO	
			053PMPOACH		Rm/Lr	0	1		
			056PMPOACH		Lr/Ag/Rm	0	2		
	RIBERENO	051PMPOACH	MONOESPECIFICO	Rm	51	3	MONITOREO CON SUSPENSION		
	CUENCA	057PMPOACH		Ce	57	4	MONITOREO PERMANENTE		
	PALMARITO	BORDE	066PMPOACH	MIXTO	Rm/Lr/Ag	0	1	MONITOREO CANCELADO	
			068PMPOACH		Ag/Lr/Ce/Rm	0	1		
			069PMPOACH		Ce/Lr/Ag	0	1		
075PMPOACH			Rm/Lr		75	4	MONITOREO PERMANENTE		
CUENCA		067PMPOACH	Ag/Rm/Lr/Ce		0	1	MONITOREO CANCELADO		
		070PMPOACH	Ce/Ag		70	4			

		071PMPOACH		Ce/Ag	71	4	MONITOREO PERMANENTE
		072PMPOACH	MONOESPECIFICO	Ag	72	4	
		074PMPOACH	MIXTO	Rm/Lr	74	4	
	RIBERENO	073PMPOACH	DOMINANTE	Ag/Lr	76	3	
	LOS AZUFRES	BORDE	054PMPOACH	MONOESPECIFICO	Ag	0	1
CUENCA		055PMPOACH	DOMINANTE	Ag/Lr	73	4	MONITOREO PERMANENTE

Se registraron áreas de cultivo y ganadería cercanas a los manglares en ocho PMP, así como manglar asociado a vegetación secundaria en cinco PMP y la presencia de otros humedales en seis PMP, (Cuadro 52). Dado las restricciones de uso de suelo, en el Parque Nacional aun así se observan actividades antropogénicas diversas entre ellas la pesca, la cual es la principal actividad que proporciona empleo y alimentos a muchos de los habitantes (Figura 64), en el área aledaña al parque se registran con gran frecuencia la apertura de nuevas áreas para cultivo y ganadería, así como zonas de dragado, (Cuadro 52).

**Cuadro 52. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)**

PMP	Asociación de especies	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
031PMPOACH	Ag/Rm/Lr	0	0	1	0	1	1	0	1	0
032PMPOACH	Ag/Rm/Lr	1	0	0	0	1	1	0	0	0
037PMPOACH	Ag	1	0	0	0	1	0	1	0	0
038PMPOACH	Ag/Ce	1	1	0	0	1	1	1	0	0
039PMPOACH	Ce/Ag	1	1	0	0	1	1	1	0	0
040PMPOACH	Ag	0	0	0	0	1	1	1	0	0
042PMPOACH	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
043PMPOACH	Rm/Lr	0	0	0	0	1	1	0	1	0
044PMPOACH	Ag/Lr/Rm	0	0	0	0	1	1	0	1	0
045PMPOACH	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
047PMPOACH	Rm/Lr	0	0	0	0	1	1	0	0	0
048PMPOACH	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
049PMPOACH	Lr/Rm	0	0	0	0	1	1	0	1	0
051PMPOACH	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
055PMPOACH	Ag/Lr	0	0	0	0	1	1	0	1	0
057PMPOACH	Ce	0	0	1	0	1	0	0	0	0
058PMPOACH	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
070PMPOACH	Ce/Ag	0	0	1	0	1	1	1	0	0
071PMPOACH	Ce/Ag	0	0	1	0	1	1	1	0	0
072PMPOACH	Ag	0	0	0	0	1	0	0	1	0
073PMPOACH	Ag/Lr	0	0	1	0	1	0	0	1	0
074PMPOACH	Rm/Lr	0	0	0	0	1	1	0	0	0
075PMPOACH	Rm/Lr	0	0	0	0	1	1	0	1	0

### 10.14.2. Estructura y composición

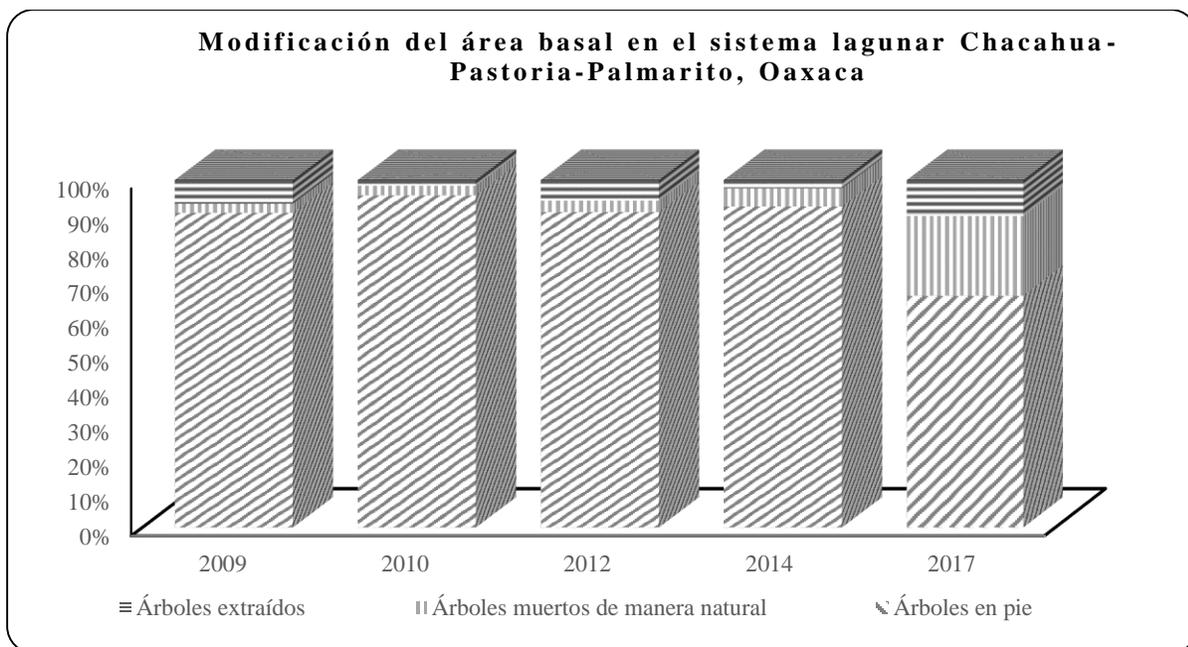
En la evaluación del área basal del arbolado de mangle en pie del Parque Nacional, se registró un descenso continuo desde el inicio hasta el final del estudio en el área basal del arbolado. Al inicio en 2009 ( $595.6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), se registró un valor mayor debido a la intensidad de muestreo de ese año, en comparación con el último monitoreo realizado en 2017, ( $242.4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ); en el caso de la pérdida del área basal por la mortalidad natural, en los primeros cuatro monitoreos la mortalidad fue de media a muy elevada en el último año del estudio ( $83.5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), esta cantidad representa hasta el 23% del área basal total evaluada para ese año. Por otro lado, el área basal representada por la extracción forestal varía de alta a baja en los años 2010 y 2014; por el contrario, los años de 2009 y 2017 registraron valor muy elevados, los cuales no son frecuentes de observar esta actividad en las PMP evaluadas, por ejemplo en 2017 fue el año que registró una extracción elevada que representa un 10% del área total evaluada (Tabla 105, Gráfica 76). Muchas de la extracción de madera de los bosques la realizan los pescadores, los cuales utilizan la madera para la construcción de palapas, ranchos y otros usos (Figura 64).

**Tabla 105. Área basal en el sistema lagunar Chacahua-Pastoría-Palmarito, Oaxaca**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal mortalidad natural ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Árboles extraídos ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal Total ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )
1	2009	595.6	17.1	44.7	657.4
2	2010	424.7	12.3	7.2	444.2
3	2012	372.4	13.3	24.3	409.9
4	2014	226.6	12.8	5.9	245.2
5	2017	242.4	83.5	37.6	363.5

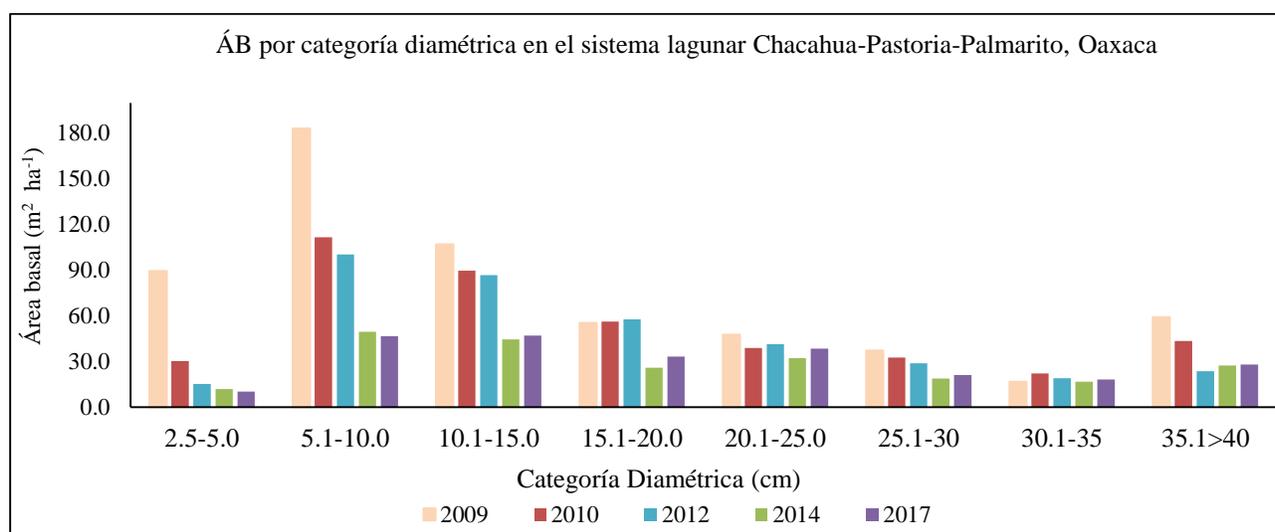


Figura 64. La pesca es la actividad principal de los habitantes del sistema lagunar de este parque.



Gráfica 76. Modificación del área basal en el sistema de Chacahua-Pastoría-Palmarito, Oaxaca.

En el análisis del área basal del arbolado en pie para cada una de las categorías diamétrica se registró en todas las categorías, una disminución constante en los valores desde el principio hasta el final del estudio, registrando los valores menores en 2017. También es notable la enorme contribución al área basal que representan las tres categorías iniciales correspondiente al arbolado juvenil y en primera madurez (2.5 a 15.0 cm). El aporte del área basal por el arbolado maduro-senil es bajo, esta tendencia y distribución del área basal en todas las categorías indica que los rodales están constituidos mayormente por arboles juveniles a juvenil-maduros dominados por *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*, las cuales forman rodales muy densos en muchos sitios del sistema lagunar (Gráfica 77, Tabla 106).

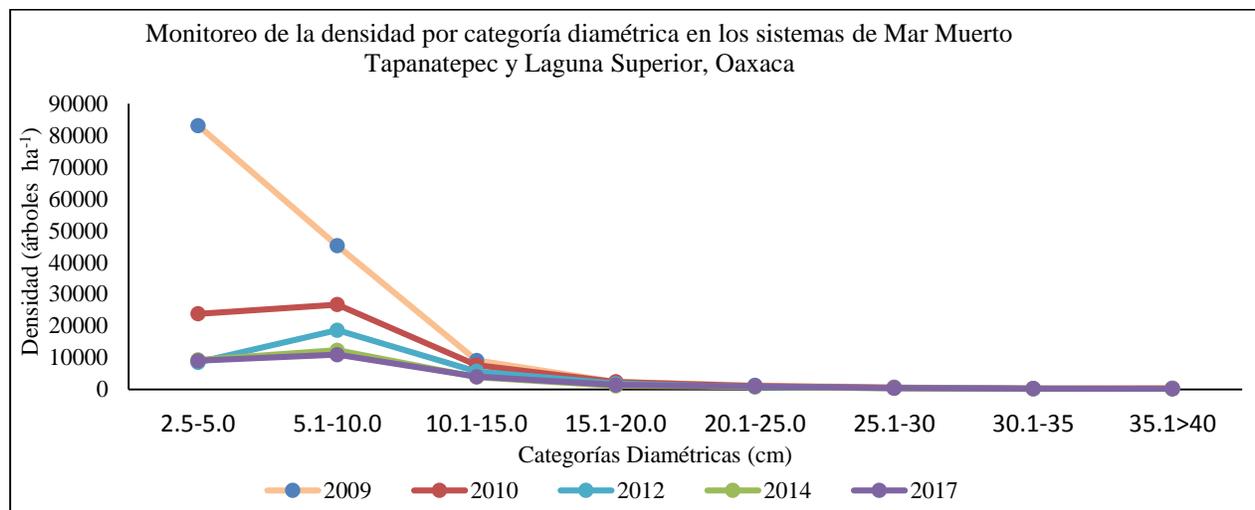


Gráfica 77. Área basal por categoría diamétrica en el sistema lagunar Chacahua-Pastoría-Palmarito, Oaxaca.

**Tabla 106. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Chacahua-Pastoría-Palmarito, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	89.5	183.2	107.1	55.4	47.7	37.2	16.6	59.1	595.6
2	2010	30.2	111.6	89.7	56.2	38.8	32.6	22.1	43.4	424.7
3	2012	15.1	100.4	86.7	57.7	41.2	28.8	19.0	23.5	372.4
4	2014	11.8	49.4	44.5	25.9	32.2	18.7	16.6	27.4	226.6
5	2017	10.2	46.5	47.1	33.2	38.4	21.0	18.1	27.9	242.4

En el caso del análisis de la densidad y su distribución por categoría diamétrica se registra un comportamiento similar al área basal, en donde los arboles con diámetros de 2.5 a 10 cm, en el 2017, alcanzan valores inferiores en relación a las evaluaciones realizadas en 2012 y 2014, sin embargo, en individuos en fase juvenil de crecimiento, así como maduros y seniles, los valores en la densidad se incrementan para el 2017 con relación a los valores obtenidos en 2012 y 2014 (Gráfica 78, Tabla 107).



Gráfica 78. Densidad del arbolado en el sistema lagunar Chacahua-Pastoría-Palmarito, Oaxaca.

**Tabla 107. Densidad de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema de Chacahua-Pastoría-Palmarito, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2009	83167	45233	9133	2300	1233	633	200	400	142300.0
2	2010	23800	26733	7667	2333	1000	567	267	267	62633.3
3	2012	8500	18650	5650	1825	775	375	175	125	36075.0
4	2014	9300	12350	3875	1100	825	325	200	125	28100.0
5	2017	9025	10925	4025	1400	975	375	225	175	27125.0

En la evaluación de los valores estructurales del arbolado, en el año inicial (2009) el diámetro promedio fue de (9.0 cm), al final se registró un incremento con respecto al valor inicial de 9.5 cm de diámetro, este valor es indicativo del grado de desarrollo de los rodales, comprendidos en una fase temprana de crecimiento en todos los bosques evaluados.

En el caso de la altura total promedio del arbolado se registró valor promedio final de 11.2 m de altura el cual es un valor que no disminuye de manera importante en relación al primer año de evaluación en donde se obtiene un promedio de 11.9 m. La cobertura arbórea varía de 15.3 m<sup>2</sup> al inicio, disminuyendo a 12.7 m<sup>2</sup> en 2017, el cual es menor en relación al primer año de evaluación; por otro lado, la densidad del arbolado registra descensos fuertes desde el inicio (2009) hasta el final del estudio (14230 árboles/ha<sup>-1</sup>) (Figura 65), producto de rodales juveniles registrados principalmente en la parte Oeste de Laguna de Chacahua, a valores menores en 2017 (2,712 árboles/ha<sup>-1</sup>). La evaluación del Índice de Complejidad de Holdridge registro altibajos a lo largo del estudio pasando de 29 en 2009 a 36 en 2017, con valores más elevados en 2010 y 2014 (61 y 41). Finalmente, los registros obtenidos para la regeneración del bosque mostro los siguientes valores: 81,818 plántulas/ha<sup>-1</sup>, y solo 58,111 plántulas/ha<sup>-1</sup> en 2017, número menor de plántulas obtenidas en la última evaluación, con los registros más notables en 2012 registrando una notable diferencia (121, 143 plántulas/ha<sup>-1</sup>), estos valores son notables por el gran aporte de propágulos aportados por *L. racemosa* y *A. germinans*, (Tabla 108).



Figura 65. Muchos rodales del oeste de Laguna de Chacahua y norte de Pastoría están constituido por arbolado juvenil con una elevada densidad.

**Tabla 108. Parámetros estructurales en el sistema Chacahua-Pastoría-Palmarito, Oaxaca**

Año	Promedio DBH (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2009	9.0	11.9	15.3	14230	29	81,818
2010	8.9	11.1	12.1	6263	61	86,222
2012	8.5	12.8	11.4	3607	38	121,143
2014	9.1	12.5	12.1	2810	41	78,636
2017	9.5	11.2	12.7	2712	36	58,111

### 10.14.3. Diagnóstico del manglar

En este sistema lagunar que es el área con mayor área de manglares del estado de Oaxaca existen grandes áreas con fuerte deterioro en los bosques como sucede en la parte Sur, Este, Oeste y Norte de Laguna de Pastoría; provocado por la deforestación de los rodales para el establecimiento de potreros como sucede en la zona del camino a la Comunidad de La Pastoría, donde esta actividad ha eliminado en los últimos 10 años unas 28 hectáreas de rodales de *C. erectus* y *A. germinans*; como se observa en la figura 66. En la parte sur de esta laguna en el canal que la comunica con el mar, las obras de dragado realizadas entre 2004-2006 eliminaron rodales de *L. racemosa* y *A. germinans* en un área de 9.5 has. Todos los bosques ubicados a la orilla del camino a Chacahua, así como el camino a Cerro Hermoso, actualmente están fuertemente alterados por la introducción de ganado, extracción de madera y el sedimento por los dragados. En el caso de Laguna de Chacahua las áreas más afectadas se localizan en la vecindad de la comunidad del mismo nombre por deforestación y la expansión de la comunidad. A lo largo del camino de Chacahua al Azufre el establecimiento de plantaciones de coco, potreros y áreas de cultivo ha eliminado unas 52 has de rodales de botoncillo, mangle blanco y madresal. Mientras que en Laguna de Palmarito grandes áreas de la parte Norte y Este del sistema han sido modificados por la deforestación. Uno de los impactos más notables, silencioso y continuo es la falta de agua dulce hacia el sistema lagunar que se produce a partir de la construcción de la Presa sobre el Río Verde, desafortunadamente la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a lo largo de los últimos 20 años no ha querido dotar de un volumen de agua mayor a 13.5 m<sup>3</sup>/segundo al sistema lagunar en su conjunto, principalmente a la parte Oeste y norte del sistema de manglares, debido a esto, grandes áreas de manglares (120 has) en Chacahua –Palmarito-El Azufre, en los últimos años se han secado debido al proceso de salinización del suelo por falta de un caudal ecológico suficiente.

Adicional a estas pérdidas el paso de algunos huracanes en los últimos años como el “Bárbara” “Carlota” y “Manuel” han afectado algunas áreas de esta vegetación en ambos sistemas lagunares.

Por el contrario el sistema lagunar presenta grandes áreas de manglar desde bien hasta medianamente conservadas en ambas lagunas, como sucede en el conjunto de islas distribuidas dentro de Laguna de Pastoría cubiertas por exuberantes bosques maduros-seniles de 10-18m de altura de *R. mangle*, otro sitio con rodales de buen porte se ubica a lo largo del Canal del Corral y la conexión con Chacahua existen bosques muy densos de *R. mangle-L. racemosa* con arbolado juvenil de gran densidad de hasta 18 m de altura. Una situación semejante se observa en la parte norte de Chacahua en el límite con Palmarito donde existen rodales muy densos de *A. germinans-L. racemosa*. Desafortunadamente en los últimos tres años la expansión de las actividades antrópicas, como la deforestación, los dragados y extracción de madera se han incrementado, asociado a ello, se ha observado gran caída de algunos árboles viejos y maduros debido al paso de los vientos principalmente durante los meses de junio y septiembre de 2016 A lo largo de ocho años la densidad promedio en los rodales ha pasado de una densidad de 14,230 a 2712 árboles/ha en la actualidad.



Figura 66. La tala, ganadería, agricultura y los dragados son las actividades más impactantes sobre los manglares del sistema.

Durante todos los monitoreos debido a la entrada de luz hasta el suelo, se han observado una buena cantidad de plántulas arraigadas al suelo. Muchas de las plántulas registradas en todos los bosques son producto de la caída constante de propágulos de *R. mangle*; así como del arrastre por parte de la marea desde el estero, gran parte de ellos se arraigan a finales de la época de lluvias en octubre-noviembre, generando nuevas plántulas; muchas de las cuales mueren con la llegada de las lluvias en mayo-junio. Por el contrario, a finales de mayo-junio se produce la caída de gran cantidad de propágulos de *A. germinans*; mientras que en julio-agosto caen los de *L. racemosa* en plena época de lluvias, lo que garantiza una excelente recuperación del bosque anualmente.

El suelo todo el tiempo está inundado, incluso en la época de secas; mientras que en lluvias la inundación se eleva hasta 20cm. El suelo está constituido por una capa de materia orgánica formada por gran cantidad de hojarasca y restos de palizada de 30-55 cm de espesor sobre una base de limo y arena fina de hasta 90cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 34-37 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<26 UPS). La humedad y temperatura bajo el arbolado en septiembre de 2017 fue de aproximadamente 79% y menor a 29°C, lo que demuestra la estabilidad ambiental de los bosques.

*Es probable que los bosques mejor conservados se mantengan bajo estas condiciones en los siguientes años debido a la lejanía de las comunidades y a lo aislado de los rodales. Mientras que las áreas impactadas deben ser producto de intervención para recuperarlas, se han realizado esfuerzos en los últimos años para reforestar algunas de las áreas más deterioradas en Pastoría como en Chacahua con resultados alentadores. Deben de establecerse mecanismos de cooperación-coordinación entre las diferentes instituciones en beneficio de la conservación de este parque. El uso del agua dulce debe orientarse en beneficio de la conservación del parque, bajo el principio del caudal ecológico.*

## 10.15 Sistema lagunar Miniyua

### 10.15.1 Monitoreo del Manglar

En la localidad de Miniyua perteneciente al municipio de Santiago Jamiltepec se realizó la evaluación de los manglares con el inventario de estructura y composición en seis PMP; los manglares evaluados fueron de tipo borde, con bosques monoespecíficos de *R. mangle* y *L. racemosa*, así como bosques dominantes y mixtos, predominando la especie *L. racemosa* sobre *R. mangle* y *A. germinans* (Figura 67). La evaluación se realizó en el año 2011, y debido al difícil acceso por causas de seguridad para el personal que realizaba el estudio, se decidió realizar la cancelación del monitoreo para años posteriores, siendo éste el único monitoreo realizado (Cuadro 53).

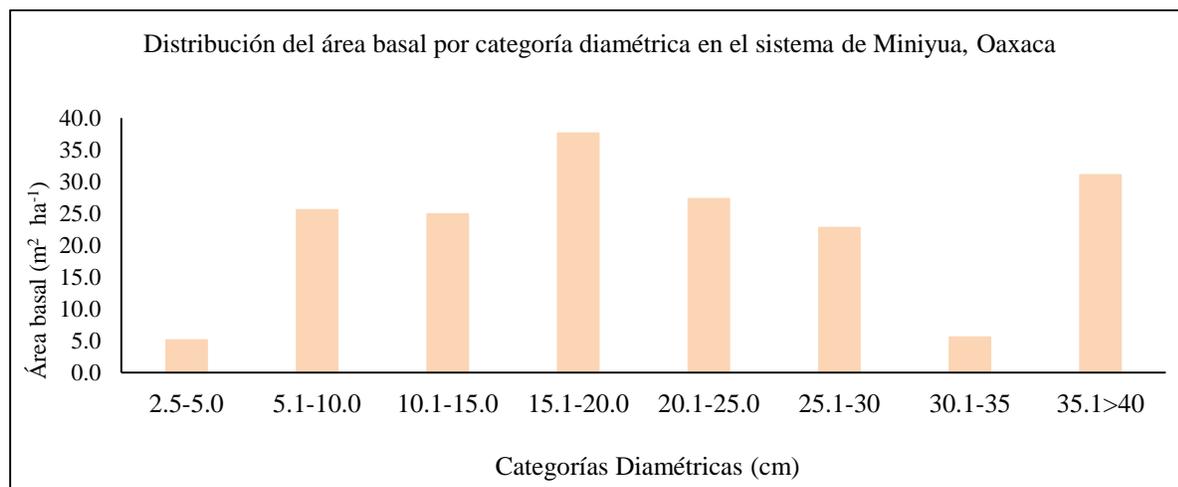
Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTIAGO JAMILTEPEC	MINIYUA	BORDE	165PMPOAMI	MONOESPECIFICO	Lr	165	1	MONITOREO CANCELADO
			166PMPOAMI		Rm	166	1	
			167PMPOAMI		Rm	167	1	
			168PMPOAMI	DOMINANTE	Lr/Ag/Rm	168	1	
			164PMPOAMI		Lr/Ag/Rm	164	1	
			163PMPOAMI	MIXTO	Lr/Rm/Ag	163	1	

### 10.15.2. Estructura y composición

En la evaluación realizada se obtuvo un área basal del arbolado en pie de 179.8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, en relación al área basal de árboles muertos de forma natural se registra un área basal de 3.1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, que representa el 2% del área basal total evaluada, mientras que para el sistema no se registró extracción forestal, (tabla, 108).

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2011	179.8	3.1	0.0	182.8

En la distribución del área basal por categoría diamétrica se observan los mayores valores para el arbolado en fase juvenil de crecimiento con diámetros de 15.1 a 20 cm, seguidos de los árboles con diámetros de 10.0 a 15.0 cm, indicando una fase intermedia de madurez para los manglares ampliamente dominados por *L. racemosa* y *R. mangle* en el sistema lagunar de Miniyua, (Gráfica 79, Figura 67, Tabla 109).

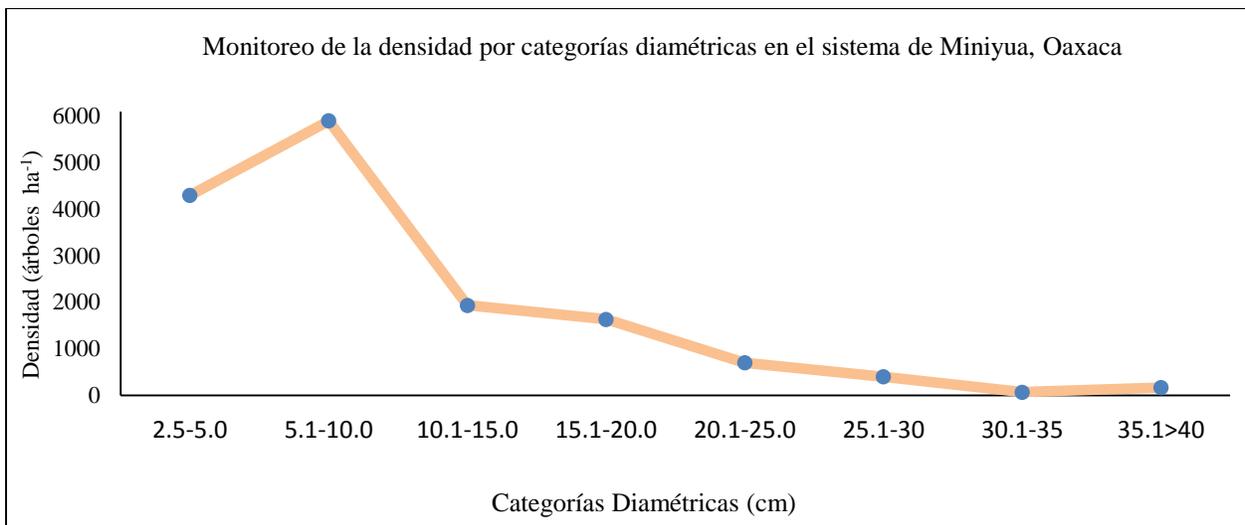


Gráfica 79. Área basal por categoría diamétrica en el sistema lagunar Miniyua, Oaxaca.

**Tabla 109. Área basal (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Miniyua, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2011	5.1	25.6	24.9	37.6	27.3	22.7	5.6	31.0	179.8

En relación a la distribución de la densidad por categoría diamétrica, se registran mayores valores en el arbolado con diámetros juveniles a primera madurez de crecimiento (2.5 a 10 cm), disminuyendo de manera descendente para categorías mayores a los 10.1 cm, registrando una menor densidad en el arbolado maduro a senil con diámetros mayores a los 25 cm, (Figura 67, Gráfico 80, Tabla 110).



Gráfica 80. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema lagunar Miniyua, Oaxaca



Figura 67. En esta laguna existen rodales juvenil-maduros de *L. racemosa*, con limitada extracción.

**Tabla 110. Densidad de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema de Miniyua, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2011	4300	5900	1933	1633	700	400	67	167	15100.0

En la cuantificación del diámetro de los árboles evaluados se obtuvo un promedio de 11.5 cm con una altura promedio de 17.2 m, y una cobertura arbórea de 12.5 m<sup>2</sup>, a su vez se registró una densidad de 1,510 árboles/ha<sup>-1</sup>, con un Índice de Complejidad de Holdridge de 69, finalizando con un número promedio de 160, 000 plántulas/ha<sup>-1</sup>.

En la evaluación de la estructura y composición de los manglares de este sistema lagunar se observa una escasa actividad de extracción forestal y una mayor tendencia de observar en el paisaje el avance de la frontera agrícola-pecuaria, a su vez se registra de acuerdo a los resultados obtenidos a *L. racemosa* como la especie predominante en el sistema, finalmente se considera que estos bosques se encuentran en una fase intermedia de crecimiento (Figura 67, Tabla 111).

**Tabla 111. Parámetros estructurales en el sistema de Miniyua, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2011	11.5	17.2	12.5	1510	69	160,000

### 10.15.3. Diagnóstico del manglar

Los rodales de este sistema lagunar presentan arbolado de juvenil a maduros de buen porte, principalmente en las áreas periférica al sistema lagunar. Existe extracción en las áreas cercanas a las comunidades y frente al mar.

*Bajo esta condición el manglar ha permanecido bastante bien conservados, debido a que en el área el narcotráfico se ha hecho cotidiano, debido a ello los manglares se han mantenido.*

## 10.16 Sistema lagunar La Tuza de Monroy

### 10.16.1 Monitoreo del Manglar



Figura 68. En la parte sur y sureste del sistema existen rodales de *L. racemosa* bien conservados y otros con extracción excesiva.

En el sistema lagunar ubicado en la localidad de La Tuza de Monroy del municipio de Santiago Jamiltepec, se desarrolló la evaluación de los bosques de mangle en seis PMP; los bosques evaluados fueron de tipo cuenca y están conformados por bosques monoespecíficos (*L. racemosa* y *C. erectus*), y bosques mixtos predominando *L. racemosa* y *A. germinans*, con escasa presencia de *R. mangle*. La primera evaluación se realizó en el 2011 y posteriormente se realizaron dos evaluaciones más en el año 2014, y la última en 2017; en este sistema se realizó la cancelación del monitoreo en una PMP, debido a la dificultad de acceso, (Cuadro 54).

Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTIAGO JAMILTEPEC	LA TUZA DE MONROY	CUENCA	161PMPOALT	MONOESPECIFICO	Ce	161	3	MONITOREO PERMANENTE
			158PMPOALT		Lr	158	3	
			122PMPOALT	MIXTO	Lr/Ag/Ce	122	3	
			159PMPOALT		Lr/Ag	159	3	
			160PMPOALT		Ag/Lr	160	3	
			162PMPOALT		Lr/Rm	162	2	MONITOREO CON SUSPENSION

En las PMP evaluadas no se registraron actividades antrópicas cercanas, de esta manera el paisaje está conformado por bosques de manglar, y más al interior de estos bosques se observa vegetación de selva baja caducifolia y vegetación secundaria, (Cuadro 55).

Cuadro 55. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)

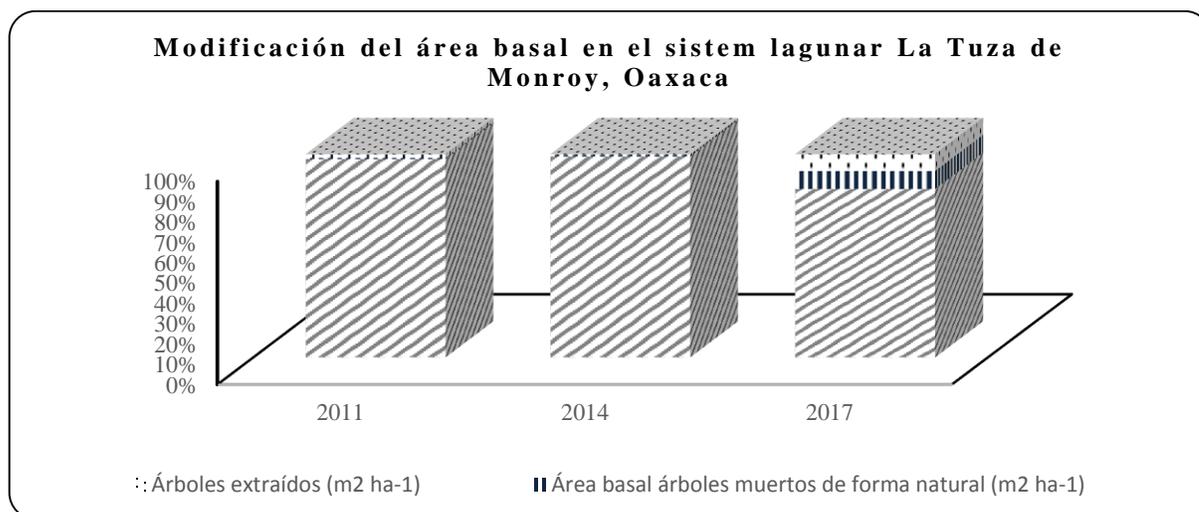
PMP	ASOCIACION	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
122PMPOALT	Lr/Ag/Rm	1	0	1	0	1	1	0	1	0
158PMPOALT	Lr/Ag	1	0	0	0	1	1	0	0	0
159PMPOALT	Lr/Ag	1	0	1	0	1	1	0	1	0
160PMPOALT	Ag/Lr	1	0	0	1	1	1	1	0	0
161PMPOALT	Ce	1	0	1	0	1	0	0	0	0

### 10.16.2. Estructura y composición

En el período de evaluación del 2009 se obtuvo un área basal del arbolado en pie de 328.8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, éste valor fue superior al obtenido en las siguientes evaluaciones, finalizando con un valor de 220.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; en relación al área basal correspondiente a la mortalidad natural, se registró un incremento en la mortalidad natural a los largo del estudio, siendo el años 2017 en el que se registra el mayor valor en comparación con los años 2012 y 2014, registrando un 9% del área basal total evaluada, esto también coincide con un fuerte incremento de los árboles eliminados por extracción con un 8% del área basal total evaluada (Tabla 112, Gráfica 81).

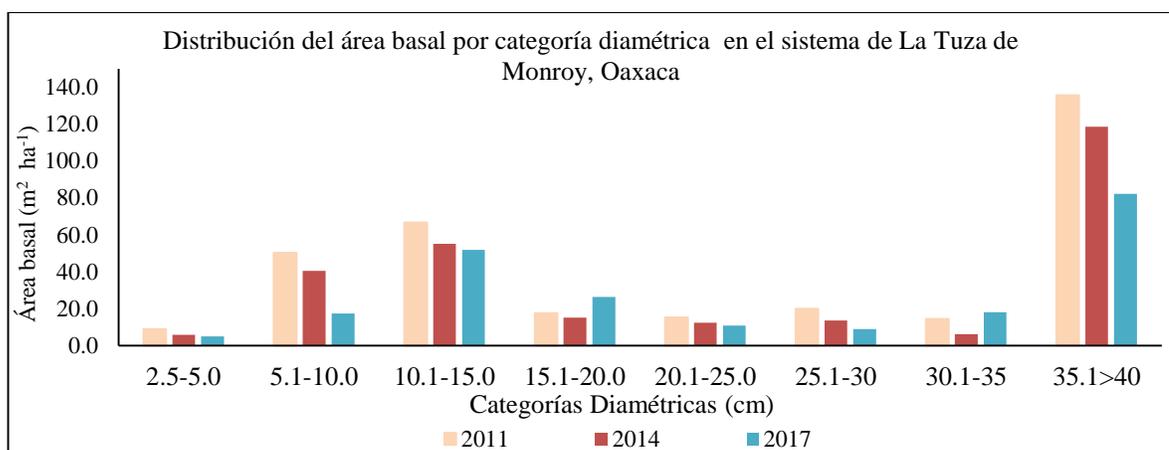
**Tabla 112. Área basal en el sistema lagunar La Tuza de Monroy, Oaxaca**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2011	328.8	2.0	6.1	336.9
2	2014	267.1	2.2	0.8	270.1
3	2017	220.6	23.5	22.0	266.1



**Gráfico 81. Modificación del área basal en el sistema de La Tuza de Monroy, Oaxaca.**

En el análisis de la distribución del área basal por categorías diamétricas, indica una generalidad en la disminución del área basal a lo largo del estudio, en los diámetros de 2.5 a 10 cm, se registró una disminución del valor con excepción de las categorías (15.1-20.0 y 30.1-35 cm) en relación al primer año de evaluación y el obtenido en 2017, se puede inferir que estos bosques se encuentran en una fase intermedia de desarrollo. En el caso del arbolado senil aportan una gran área basal al sistema, también se observa una tendencia de disminución con árboles mayores a los 35 cm de diámetro (Gráfica 82, Tabla 113).

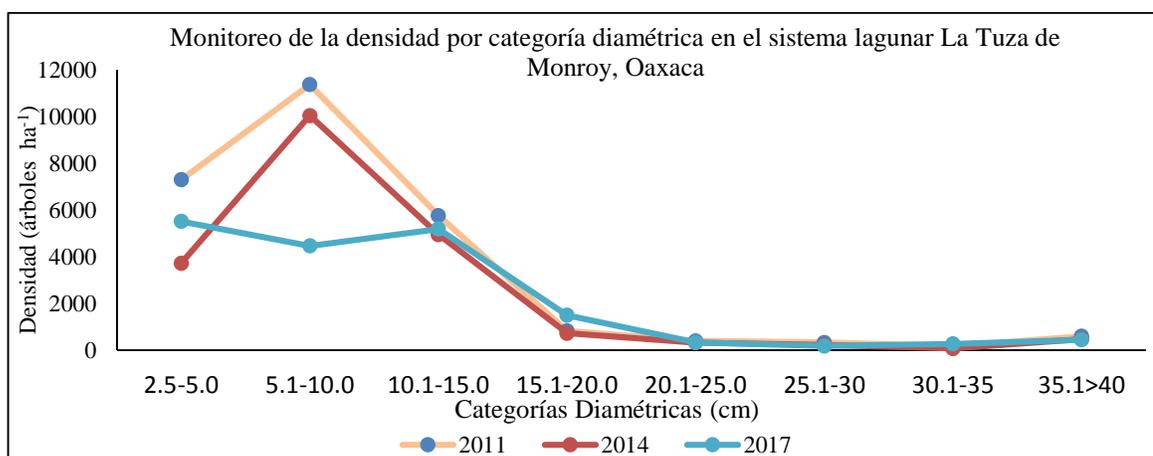


Gráfica 82. Área basal por categoría diamétrica en el sistema La Tuza de Monroy, Oaxaca.

**Tabla 113. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de La Tuza de Monroy, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2011	8.9	50.2	66.7	17.6	15.3	19.9	14.4	135.7	328.8
2	2014	5.8	40.4	55.0	15.1	12.4	13.5	6.1	118.6	267.1
3	2017	4.9	17.3	51.9	26.4	10.9	9.0	18.0	82.2	220.6

En la distribución de la densidad del arbolado por categoría diamétrica se registra un comportamiento similar al obtenido en el área basal, el número de árboles juveniles es menor a aquellos registrados en la siguiente categoría de crecimiento (5.1 a 10.0 cm) de esta manera en los diámetros de 15 a 20 cm en 2017, se registraron mayor cantidad de árboles ( $1500 \text{ árboles/ha}^{-1}$ ) mientras que en 2009 se registró un total de  $833 \text{ árboles/ha}^{-1}$ , con un buen número de árboles seniles, representados principalmente por *A. germinans* y *L. racemosa* (Gráfica 83, Tabla 114).



Gráfica 83. Densidad del arbolado en el sistema lagunar La Tuza de Monroy, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2011	7300	11367	5767	833	400	333	167	600	26766.7
2	2014	3725	10050	4950	725	325	225	75	475	20550.0
3	2017	5520	4470	5190	1500	330	180	270	450	17910.0

En la evaluación del diámetro del arbolado se registró un incremento al obtener en 2009 un valor de 11.5 cm de diámetro promedio y finalizar en 2017 con un valor de 13.9 cm; para la altura total del arbolado se registró por el contrario, una disminución con respecto al año final de la evaluación con un valor promedio de 14.26 m en 2017, esta tendencia de disminución se observa también en la cobertura arbórea al finalizar con un valor promedio de 11.8 m<sup>2</sup>; en la densidad del arbolado también se observó una disminución en el número de árboles 1,791 árboles/ha<sup>-1</sup>, lo cual es un valor menor en relación al primer año de evaluación; el Índice de Complejidad de Holdridge, también disminuyó al pasar de 72.2 en 2011, a 40.8 para el 2017; finalmente en la regeneración natural existe una disminución del valor con respecto al año inicial de la evaluación, debido a la época en que se realizó el estudio, (Tabla 115).

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2011	11.5	15.56	13.1	2676	72.2	138,000
2014	11.3	15.62	10.8	2055	45.7	145,667
2017	13.9	14.26	11.8	1791	40.8	14,000

### **10.16.3. Diagnóstico del manglar**

Todos los rodales de mangle de este sistema presentan un buen porte, representados por arbolado de *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erectus*, poco alterados durante los primeros años, sin embargo en el último monitoreo se observó un incremento notable tanto en la mortalidad natural como en la extracción de madera y leña, estos incrementos amenazan la estabilidad del sistema, asociado al crecimiento de la población humanas en las áreas aledañas a los manglares; asociado a las actividades agrícolas y pecuarios que se realizan en toda la periferia del sistema.

*Bajo esta condición, de no incrementarse la extracción de madera, el crecimiento de las actividades agropecuarias aledañas; así como la presencia de eventos meteorológicos como huracanes y años secos, el sistema puede mantenerse en los siguientes años.*

## 10.17 Sistema lagunar Corralero

### 10.17.1. Monitoreo del Manglar



Figura 69. En Laguna Corralero existe una heterogeneidad de rodales, grandes áreas están cubiertas por arbolado juvenil de las cuatro especies.

En el sistema lagunar denominado “Corralero-Alotengo”, se evaluaron los bosques de manglar en 28 PMP; los bosques evaluados fueron de tipo borde y cuenca, con bosques monoespecíficos dominantes y mixtos, dominando en los bosques de tipo borde la especie *R. mangle*, así como asociaciones de *L. racemosa* con *R. mangle*, *A. germinans* y *C. erectus*, mientras que en los bosques tipo cuenca la dominancia correspondió *A. germinans*. En este sistema la evaluación del manglar se realizó en tres períodos (2010, 2014 y 2017). En la evaluación realizada se canceló el monitoreo en una PMP por cambios en el uso del suelo y en otra PMP se suspendió por un período el monitoreo, (Cuadro 56, Figura 69).

Cuadro 56. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema lagunar Corralero, Oaxaca									
Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual	
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	CORRALERO	BORDE	130PMPOACO	MONOESPECIFICO	Rm	130	3	MONITOREO PERMANENTE	
			133PMPOACO		Lr	133	3		
			134PMPOACO		Lr	134	3		
			139PMPOACO		Rm	139	3		
			140PMPOACO		Rm	140	3		
			143PMPOACO		Rm	143	3		
			145PMPOACO		Rm	145	3		
			146PMPOACO		Rm	146	3		
			148PMPOACO		Rm	148	3		
			150PMPOACO		Rm	150	3		
		135PMPOACO				Ce	135	2	MONITOREO CON SUSPENSION
		136PMPOACO	DOMINANTE			Lr/Ag/Rm	136	3	MONITOREO PERMANENTE
		137PMPOACO				Lr/Rm	137	3	
		141PMPOACO				Lr/Ce	141	3	
		142PMPOACO				Lr/Rm	142	3	
		144PMPOACO				Rm/Lr	144	3	
		147PMPOACO				Lr/Ag/Rm	147	3	
		131PMPOACO				Lr/Rm	131	1	MONITOREO CANCELADO
		149PMPOACO	MIXTO			Lr/Rm/Ce	149	3	MONITOREO PERMANENTE
		132PMPOACO				Ce/Ag/Lr	132	3	
123PMPOACO	CUENCA	MONOESPECIFICO			Ag	123	3		
128PMPOACO					Rm	128	3		
129PMPOACO					Rm	129	3		
138PMPOACO					Rm	138	3		
124PMPOACO	DOMINANTE				Ag	124	3		
125PMPOACO					Lr/Ag	125	3		
126PMPOACO					Ag	126	3		
127PMPOACO					Ag	127	3		

En la evaluación de los manglares se registró en seis PMP la cercanía con áreas agrícolas y pecuarias, y en una PMP la cercanía al poblado, también se observa la presencia de vegetación secundaria asociada a las PMP evaluadas (Cuadro 57).

Cuadro 57. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)										
PMP	ASOCIACION	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
123PMPOACO	Ag	1	0	0	0	1	1	0	1	0
124PMPOACO	Ag/Lr	1	0	0	0	1	1	0	1	0
125PMPOACO	Ag/Lr/Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
126PMPOACO	Ag/Lr/Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0

127PMPOACO	Ag/Lr/Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
128PMPOACO	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
129PMPOACO	Rm	0	1	0	0	1	1	0	1	0
130PMPOACO	Rm	0	1	0	0	1	1	0	1	0
132PMPOACO	Ag/Lr/Ce/Rm	0	1	0	0	1	1	0	1	0
133PMPOACO	Lr/Ag/Rm	0	1	1	0	1	1	0	0	0
134PMPOACO	Lr/Ce/Ag	0	0	1	0	0	0	0	1	0
135PMPOACO	Ce/Ag/Lr	0	0	1	1	0	0	0	1	0
136PMPOACO	Lr/Ag/Rm	0	0	1	0	0	0	1	0	0
137PMPOACO	Rm/Lr	0	0	0	0	1	0	0	1	0
138PMPOACO	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
139PMPOACO	Rm	0	0	1	0	1	0	0	1	0
140PMPOACO	Rm	0	1	1	0	1	1	0	1	0
141PMPOACO	Lr/Ce/Rm	0	0	1	0	1	0	0	1	0
142PMPOACO	Lr/Ce/Rm	0	1	1	0	0	0	0	1	0
143PMPOACO	Rm	1	0	0	0	1	1	0	1	0
144PMPOACO	Rm/Lr	1	0	1	0	1	1	0	1	0
145PMPOACO	Rm	0	0	0	0	1	0	0	1	0
146PMPOACO	Rm	0	0	1	0	1	0	0	1	0
147PMPOACO	Lr/Ag/Ce	0	0	1	0	1	0	1	1	0
148PMPOACO	Rm	0	0	1	0	1	0	0	1	0
149PMPOACO	Lr/Ag/Ce	0	1	1	0	1	1	0	1	1
150PMPOACO	Rm	0	0	0	0	1	1	0	1	0
151PMPOACO	Ce	0	0	0	0	1	0	0	0	0
157PMPOACO	Lr/Ag/Ce	0	1	0	0	0	1	0	1	0

### 10.17.2. Estructura y composición

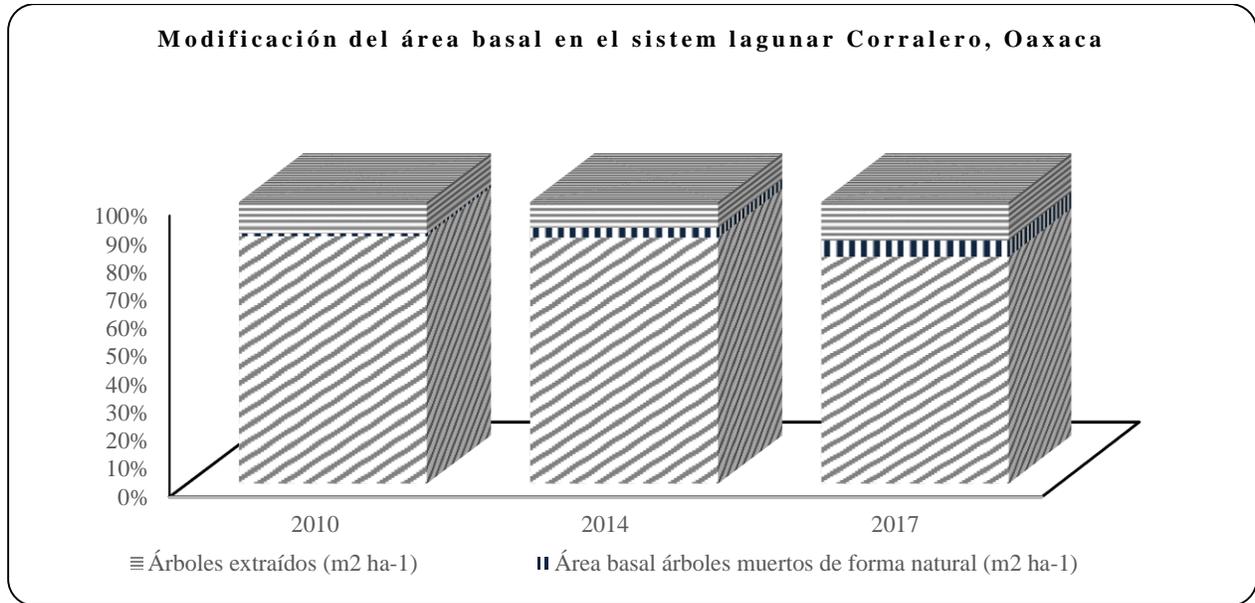
Durante la evaluación del área basal del arbolado en pie, se registró un incremento con respecto al año inicial de evaluación al obtener en 2010 un valor de  $442.4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , y finalizar en 2017 con  $594.0 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . Para el área basal de los árboles muertos de forma natural, los registros indican que la mortalidad al inicio es baja, posteriormente se incrementa a valores medios, terminando con un valor elevado ( $42.3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ) la evaluación del 2017 registró un incremento con un porcentaje del 6% del área basal total evaluada para ese año, en el caso del área basal de los árboles extraídos, se registró valores muy elevados desde el inicio ( $55.8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), mientras que este valor se incrementó sustancialmente en 2017 ( $100.6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ) con respecto a los otros períodos de evaluación con un 14% para el área basal total evaluada en ese año, estos valores antes mencionados son indicativos de un grave problema sobre la integridad del sistema en general (Tabla 116, Gráfica 84, Figura 70).



Figura 70. En la parte norte y poniente de Laguna Corralero, cerca de la carretera existen áreas donde el manglar está degradado, por la introducción del ganado.

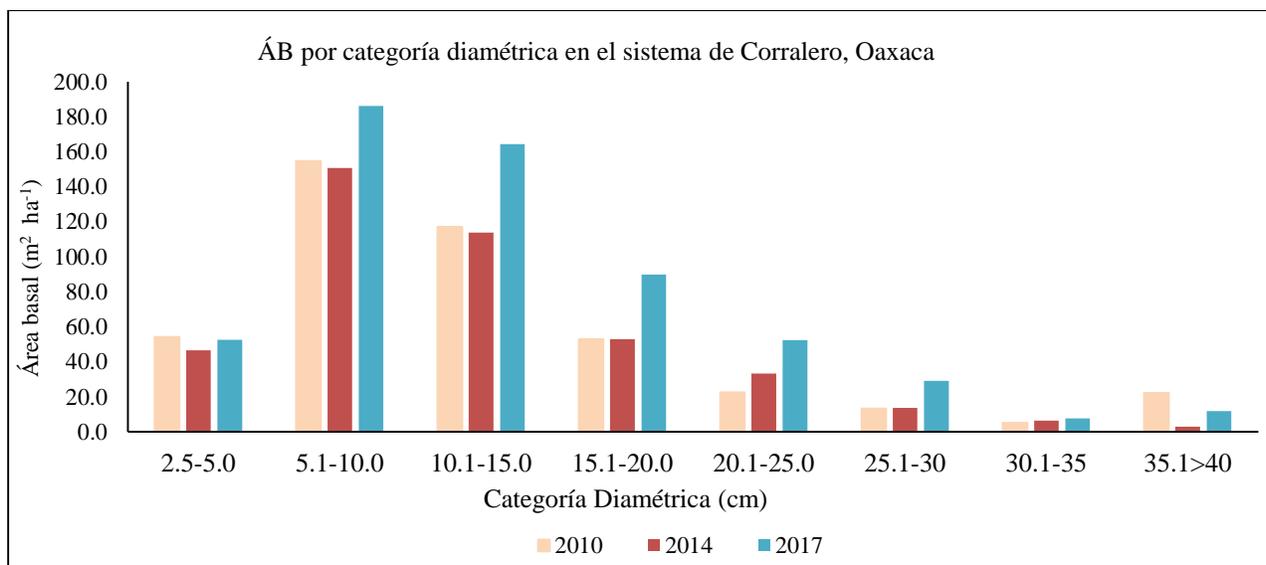
**Tabla 116. Área basal en el sistema lagunar de Corralero, Oaxaca**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2010	442.4	5.1	55.8	503.3
2	2014	420.5	16.8	43.8	481.1
3	2017	594.0	42.3	100.6	736.9



**Gráfico 84. Modificación del área basal en el sistema lagunar Corralero, Oaxaca.**

En la distribución del área basal en las categorías diamétricas analizadas se registró en casi todos los años estudiados un incremento muy importante en el área basal del arbolado, con excepción de los árboles juveniles y seniles (2.5-5.0 y 35.1 >40 cm) donde se registró una disminución del valor con respecto al año inicial de evaluación, sin embargo, en diámetros de 5.1 cm que corresponde a una fase inicial de crecimiento se registra un incremento y esta tendencia se mantiene en la fase de crecimiento juvenil y maduro del arbolado (Gráfica 85, tabla 2).

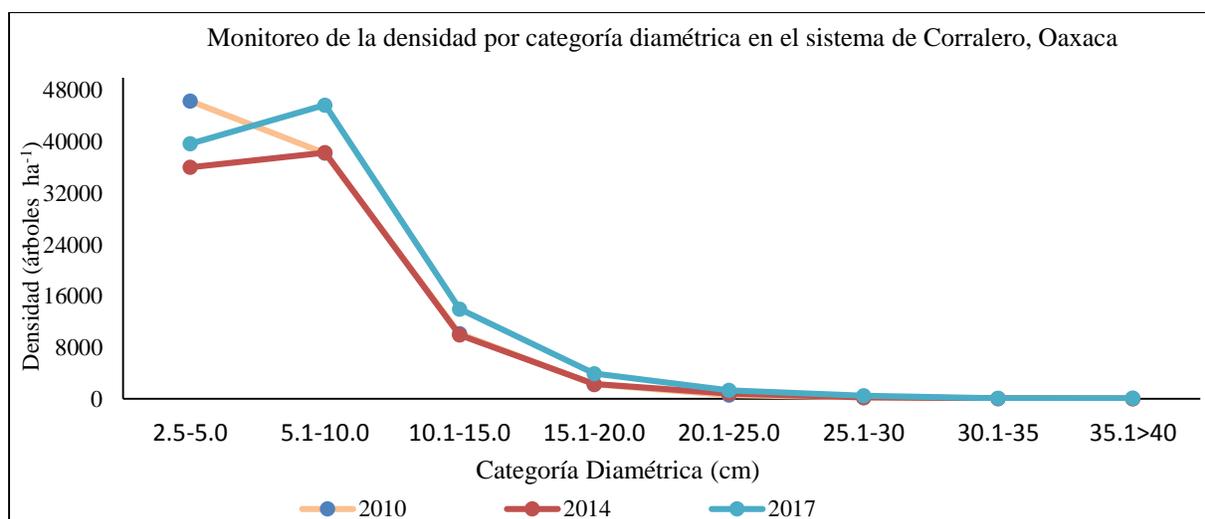


Gráfica 85. Área basal por categoría diamétrica en el sistema lagunar Corralero, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1 >40 cm	Total /anual
1	2010	54.3	154.8	117.1	53.0	22.6	13.3	5.2	22.2	442.4
2	2014	46.6	150.7	113.8	52.9	33.3	13.7	6.4	3.0	420.5
3	2017	52.5	186.1	164.4	89.9	52.4	29.1	7.8	11.9	594.0

En el análisis de la densidad por categoría diamétrica se observa un comportamiento similar al área basal con incrementos en el diámetro en el 2017, con respecto al año inicial de la evaluación (2010), a partir de árboles con diámetros mayores a los 5.0 cm y esta tendencia continua para el arbolado en fase juvenil y madura de crecimiento (Gráfica 86, Tabla 118).

Con base en los resultados de categorización del área basal y la densidad del arbolado, se puede inferir que los manglares de este sistema lagunar se encuentran en un grado importante de conservación al mantener en estos dos parámetros evaluados un incremento en sus distintas etapas de crecimiento, otro indicador de que es un sistema donde predomina el arbolado juvenil y maduro, es que las dos primeras categorías, presentan casi la misma densidad de árboles esto probablemente se debe a eventos catastróficos como un incremento muy acentuado de la extracción como se observa en muchos sitios del sistema (Figura 70).



Gráfica 86. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema lagunar Corralero, Oaxaca.

**Tabla 118. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Corralero, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	46367	38233	10167	2267	600	233	67	100	98033.3
2	2014	36075	38350	9950	2300	850	225	75	25	87850.0
3	2017	39750	45750	14000	3950	1350	500	100	100	105500.0

En la evaluación del diámetro del arbolado se registró un incremento en relación al año inicial del monitoreo 2010 (7.3 cm), en comparación con 2017 de 7.9 cm. Para la evaluación de la altura total del arbolado se obtuvo un valor final de 10.75 m, el cual es ligeramente superior al obtenido en 2010, mientras que para la cobertura arbórea el valor de 11.5 m<sup>2</sup> obtenidos en 2017 es mayor en relación a la evaluación del 2010, indicativo del desarrollo del arbolado. En el caso de la densidad del arbolado el valor de 10550 árboles/ha<sup>-1</sup> es superior en comparación de las evaluaciones realizadas en 2010 y 2014 (9,803 y 8,785 árboles/ha<sup>-1</sup>); para el caso del Índice de Complejidad de Holdridge se registró un incremento con 24.2 en 2017 en relación al obtenido en 2010 con 12.9. Finalmente, en la evaluación de la regeneración natural durante los últimos dos monitoreos se observó un incremento al pasar de (85,750) a un valor de 176, 636 plántulas/ha<sup>-1</sup>, en 2017 (Tabla 119).

**Tabla 119. Parámetros estructurales en el sistema lagunar Corralero, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2010	7.3	10.4	6.3	9803	12.9	85,750
2014	7.4	10.79	7.1	8785	15.1	214,235
2017	7.9	10.75	11.5	10550	24.2	176,636

### 10.17.3. Diagnóstico del manglar

Todos los bosques de mangle aledaños a la comunidad de Corralero-Alotengo están fuertemente degradados, por actividades como la agricultura, ganadería, pesca, dragados, descarga de basura, extracción de madera y leña, así este sistema lagunar se encuentra rodeado de actividades antrópicas (Figura 71), con excepción de la zona de Pie del Cerro. En estos rodales las especies dominantes están constituidas por *R. mangle* y *L. racemosa*, mientras que en la parte posterior de la laguna existen asociaciones de *L. racemosa-C. erectus*. En esta laguna adicionalmente existen unas 35.8 hectáreas de depósitos de sedimentos, comúnmente llamadas tarquinas, las cuales fueron construidos sobre plantaciones de coco y áreas de bosques seco de *C. erectus*, *Prosopis juliflora* y cactáceas.

La estructura de la vegetación en Laguna de Corralero está constituida por *R. mangle* (61%), *L. racemosa* (31%) y unos pocos árboles de *A. germinans* (8%) principalmente en la parte Norte y Oeste y Sur del sitio. La mayor parte del arbolado está constituido por individuos maduros y seniles muchos de ellos muy deteriorados con diámetros entre 8.0-9.5cm, en el extremo SE de la laguna existe una gran franja de mangle blanco con árboles de hasta 10m de altura. Aquí actualmente existen algunos árboles derribados por el viento; así como algunos individuos muertos en pie de *L. racemosa* y *C. erectus*. En algunos sitios a la orilla de la laguna existe arbolado juvenil-maduro de *L. racemosa* y *R. mangle*. En el pasado este sitio presentaba una mayor densidad de árboles; desafortunadamente en los últimos años se ha extraído gran cantidad de varas y postes de mangle blanco y rojo, lo que ha disminuido la densidad del arbolado,



Figura 71. Algunas actividades como los dragados dentro y fuera del sistema, afectan a los manglares.

Gran parte de la madera extraída se utiliza para la construcción de palapas en la zona de la playa durante la Semana Santa. En esta laguna anualmente se reemplaza la madera de estas estructuras, hasta la siguiente temporada vacacional, lo que demanda una gran cantidad de madera nueva de mangle blanco. La altura promedio del arbolado es de 10.3m, mientras que, hacia el NW, la altura del arbolado alcanza los 11m. En el último monitoreo realizado durante el mes de junio de 2017 se registraron algunas plántulas de *R. mangle* y *L. racemosa* muy dispersas; en la parte Sur-Este del sitio se registró una buena cantidad de plántulas de mangle negro de 7-9cm de altura, producto de la caída de propágulos de febrero; sin embargo, muchas de estas plantas mueren entre abril y mayo.

El suelo dentro de los bosques de mangle, en esta parte de la laguna está ligeramente inundado, principalmente en la parte central y Este de la laguna. Está constituido por una capa de materia orgánica constituida por hojarasca de 4-6cm de espesor sobre una base de limo-arcilla y arena, el área presenta niveles de salinidad intersticial de en secas de 58-65 UPS, mientras que en la época de lluvias (junio) suele alcanzar valores (<47 UPS).

Mientras que la zona de la laguna ubicada a partir del canal de la bocabarra de Corralero, hacia el sureste la vegetación de manglar esta mejor conservada, solo el área de bosques de mangle de la zona de Minitán presenta procesos de salinización acelerados, debido a que en el pasado se extraía gran cantidad de sal, en la actualidad se pueden observar los efectos de esta actividad en la parte Este de la laguna, por el contrario en la zona media y aledaña a la bocabarra de Corralero, el manglar presenta condiciones más favorables de conservación, los rodales están dominados por la asociación *A. germinans*-*L. racemosa* y *A. germinans*-*C. erectus*, incluso existen grandes extensiones de bosques monoespecíficos de *A. germinans*. La vegetación en esta zona está constituida por rodales de *A. germinans* hasta en un 96%, con algunos manchones de *C. erectus* y *L. racemosa*, la mayoría de ellos en estado senil-maduro sumamente deteriorados por la salinidad. En algunos sitios donde la salinidad del suelo es >70UPS el mangle negro desaparece, siendo sustituido por grandes manchones de *Batis marítima*, *Salicornia* sp- y *Suaeda* sp. En las zonas donde la salinidad es más baja se desarrolla la asociación *L. racemosa*-*A. germinans*, incluso hacia la parte Norte y NW, el manglar está constituido por franjas de *R. mangle*. Aquí dentro de la laguna se han construido hasta cinco grandes depósitos de sedimento con una extensión total de unas 32.7 has., producto del dragado dentro de la laguna. En el resto de estos rodales la vegetación está constituida por arbolado maduro a senil de *A. germinans* dispersos dentro a lo largo de las planicies lodosas, con algunos árboles juveniles de *L. racemosa* y *C. erectus* fuertemente alterados en la parte NE. Existen algunos árboles de *L. racemosa* y *A. germinans* muertos en pie y en el suelo. La altura promedio de la vegetación de mangle negro en el área es de aproximadamente 3-6m de altura. Esta zona en el 2009, presentaba una mayor densidad de árboles de mangle blanco y botoncillo, desafortunadamente en los últimos años este arbolado fue muriendo, dejando una densidad mínima de árboles de mangle negro en el sitio. En la periferia del sitio actualmente quedan una buena cantidad de tocones.

En los últimos dos monitoreos no se han encontrado plántulas en el suelo, posiblemente porque se ha visitado el sitio en la época de secas (febrero-abril), periodo en el cual existe una elevada salinidad en el suelo y agua de todo el sistema. En el último monitoreo realizado durante el mes de junio no se registraron plántulas de *A. germinans*. El suelo estaba ligeramente inundado y con una salinidad intersticial de >59UPS.

El suelo del sitio está constituido por una capa de materia orgánica constituida por hojarasca de mangle negro de 2-3cm de espesor sobre una base de arena fina-media, toda el área presenta elevados niveles de salinidad intersticial, principalmente en la época de secas, donde suele alcanzar valores (>70 UPS).

*Bajo están condiciones en los siguientes cinco años, buena parte de los rodales de mangle en este sistema lagunar están en proceso de desaparecer sobre todo en la parte sureste del sistema en el área de Minitán, la Gloria y El Achiote. En Laguna de Corralero, la principal amenaza lo representa la extracción de madera, el avance de los potreros en la zona Norte y Oeste, el secuestro del agua por la agricultura y el avance de la comunidad de Corralero.*

## 10.18 Sistema lagunar El Ciruelo

### 10.18.1 Monitoreo del Manglar

En la localidad del Ciruelo del municipio de Santiago Pinotepa Nacional se evaluaron los manglares del sistema lagunar de esa localidad por medio del monitoreo de tres PMP. Las PMP están constituidas por bosques de mangle tipo cuenca, con presencia de *L. racemosa* conformando un bosque monoespecífico y con asociación de *A. germinans* con *C. erectus*, formando bosques dominantes y mixtos. La evaluación comprendió tres períodos, iniciando en 2011, posteriormente en 2014 y el último monitoreo se realizó en 2017. En la evaluación se canceló el estudio en una PMP, debido a la dificultad para llegar al sitio (por las condiciones del camino), (Cuadro 58).

Cuadro 58. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema lagunar El Ciruelo, Oaxaca								
Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	EL CIRUELO	CUENCA	152PMPOACO	MONOESPECIFICO	Lr	152	2	MONITOREO CANCELADO
			151PMPOACO	DOMINANTE	Ag/Ce	151	3	MONITOREO PERMANENTE
			157PMPOACO	MIXTO	Lr/Ag/Ce	157	3	

En las PMP evaluadas, se registra en un sitio de estudio la cercanía a las áreas agrícolas y pecuarias, para este sistema lagunar el paisaje que antecede a los manglares está conformado por extensas áreas agrícolas y ganaderas, estas actividades están provocando la degradación paulatina del área de manglares, principalmente en los rodales de *L. racemosa* y *C. erectus*, este proceso se está acelerando principalmente por la presencia de años secos, en los cuales la agricultura está secuestrando la poca agua dulce que existe en el subsuelo, en los últimos años se ha observado cómo se han ido deforestando grandes áreas de vegetación de selva baja en la zona limítrofe con el humedal,(Cuadro 59).

Cuadro 59. Usos de suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP, registrando ausencia (0), y presencia del uso del suelo (1)

PMP	ASOCIACION	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
151PMPOACO	Ce	1	0	0	0	1	1	0	0	0
157PMPOACO	Lr/Ag/Ce	1	1	0	0	0	1	0	1	0



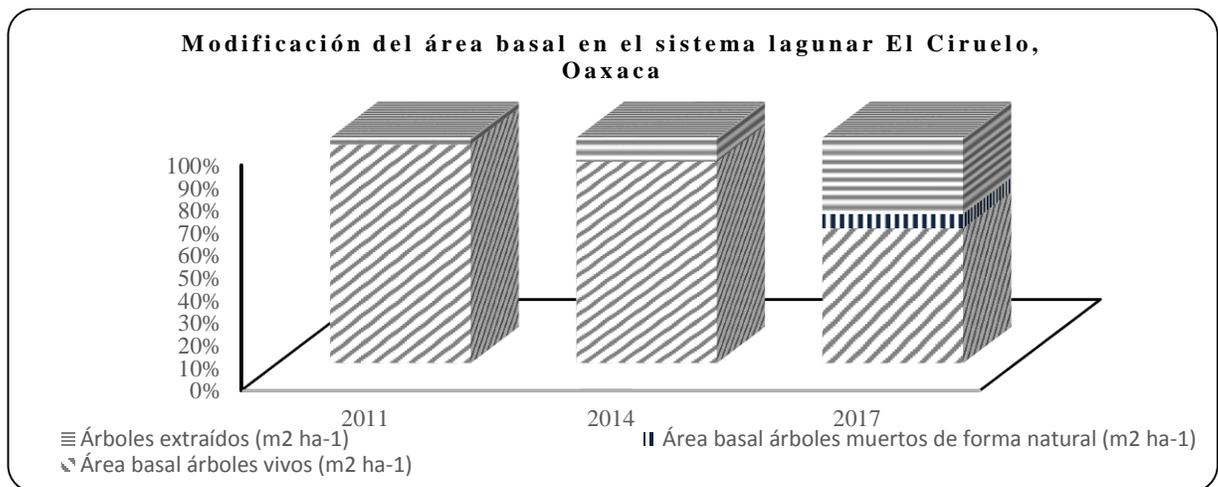
Figura 72. Estos rodales tipo borde están constituidos por bosques monoespecíficos de *C. erectus* y la asociación de *L. racemosa*-*A. germinans*.

### 10.18.2. Estructura y composición

El área basal del arbolado en pie que se registró en el sistema fue de 100.9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, en el año 2011, posteriormente en 2014 se evalúan únicamente dos sitios PMP, con un valor de 65.0 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, y para 2017, la evaluación indica una disminución del área basal con respecto al 2014, finalizando con un valor de 45.4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. El área basal correspondiente a los árboles muertos en pie, no se registró individuos en el primer período de evaluación 2011, y posteriormente en 2014, el valor fue bajo con (2.8): registrando un ligero incremento en 2017 con un valor de 4.8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, valor que representa el 6% del área basal total evaluada para ese año. En el caso del área basal para la extracción forestal, se registró una tendencia de incremento a partir del primer año de evaluación (3.1-7.7 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), finalizando en 2017 con un valor de 25.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, que representa el 33.8% del área basal total evaluada para ese año, este último valor es notable, lo que indica un incremento notable de la extracción de madera en este humedal, debido a las condiciones que presentan los rodales de mangle en este sitio, puede ser preocupante en la integridad de estos bosques, (Tabla 120, Gráfica 87, Figura 72).

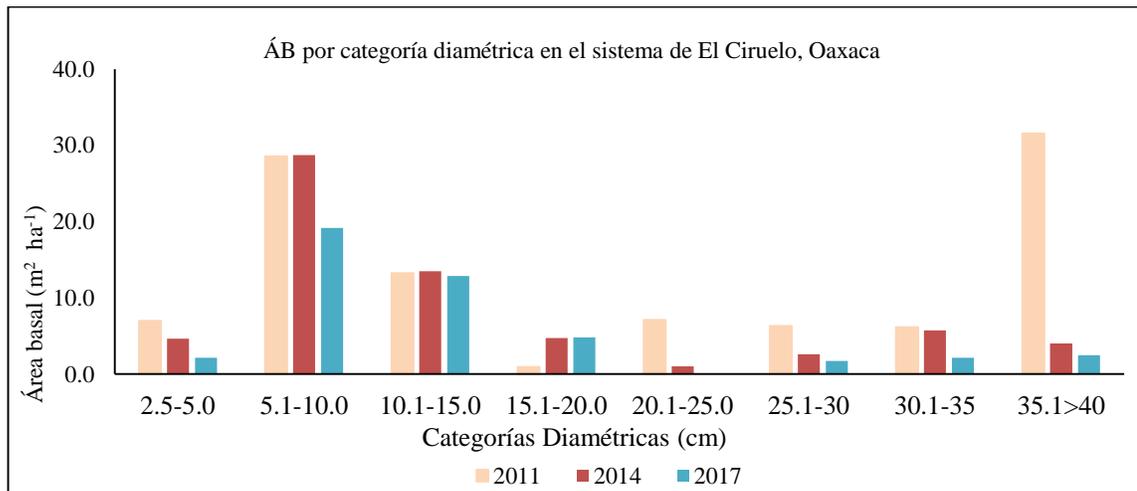
**Tabla 120. Área basal en el sistema lagunar El Ciruelo, Oaxaca**

Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal mortalidad natural (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Árboles extraídos (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Área basal Total (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	2011	100.9		3.1	104.0
2	2014	65.0	2.8	7.7	72.6
3	2017	45.4	4.8	25.6	75.8



Gráfica 87. Modificación del área basal en el sistema lagunar El Ciruelo, Oaxaca.

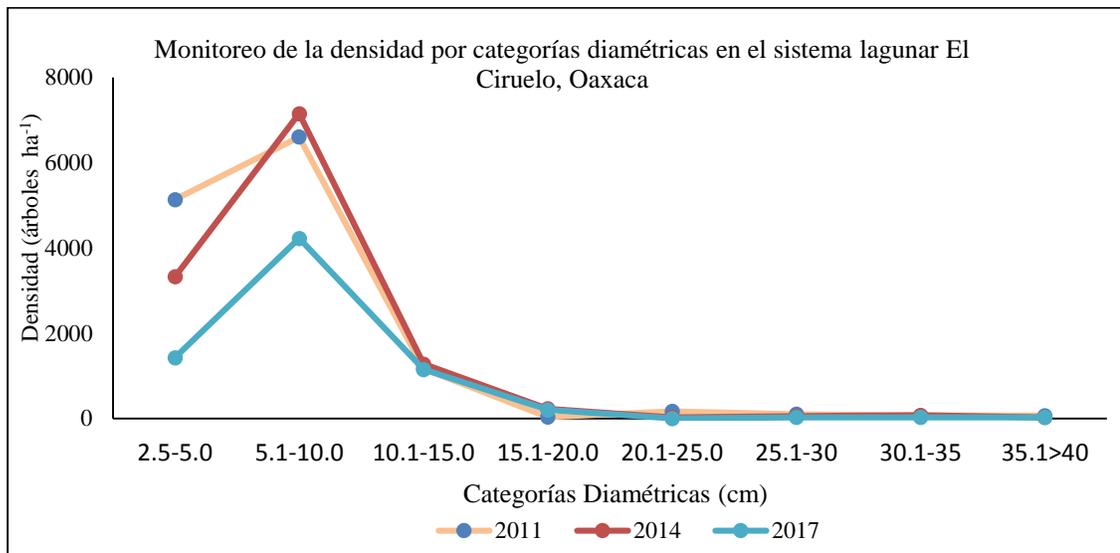
Para la evaluación del área basal por categoría diamétrica se registraron valores que disminuyeron desde un máximo en 2011 (con excepción de la clase de 15.1-20.0cm) para todas las clases a un mínimo en 2017. La mayor contribución al área basal durante los tres monitoreos, está representada por las clases (5.1 -15.0 cm), es decir es arbolado juvenil-maduro en primera etapa. Para el caso del arbolado maduro a senil (árboles mayores a los 20.1 cm), se registró una disminución drástica en 2017 con respecto a la evaluación del 2014, esto puede ser resultado de que el sistema está entrando en proceso de degradación acelerada, como se observa por los bajos valores registrados entre 2014 y 2017, Incluso es notable la enorme contribución al área basal que presentan los arboles seniles más gruesos en el año de 2011, y la enorme disminución registrada en los años de 2014 y 2017, (Gráfica 88, Tabla 121).



Gráfica 88. Área basal por categoría diamétrica en el sistema El Ciruelo, Oaxaca.

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2011	7.0	28.6	13.3	0.9	7.1	6.3	6.1	31.6	100.9
2	2014	4.7	28.7	13.5	4.7	1.0	2.6	5.7	4.0	65.0
3	2017	2.1	19.2	12.9	4.8	0.0	1.7	2.1	2.5	45.4

Con respecto a la densidad por categoría diamétrica se registró una tendencia de disminución del número de árboles en cada una de las categorías analizadas, siendo las tres primeras clases diamétricas las que contribuyen con más del 95% del arbolado total de los sitios estudiados, incluso es la clase de 5.1 - 10.0cm la que más contribuye (55.20 cm), esta disminución considera los valores obtenidos en 2017 y los registrados en el año 2014 (Gráfica 89, Tabla 122).



Gráfica 89. Monitoreo de la densidad del arbolado en el sistema lagunar El Ciruelo, Oaxaca

**Tabla 122. Densidad de árboles en pie por categoría diamétrica en el sistema lagunar El Ciruelo, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2011	5133	6600	1167	33	167	100	67	67	13333.3
2	2014	3325	7150	1275	225	25	50	75	25	12150.0
3	2017	1425	4225	1150	200	0	25	25	25	7075.0



Figura 73. El grado de deterioro de los rodales es variable, la mayoría están fuertemente alterados, a pesar del reclutamiento de plántulas *L. racemosa* en septiembre.

La evaluación del diámetro promedio registró un ligero incremento al pasar en 2011 de un valor de 7.4 cm a 8.1 cm en 2017. Los valores registrados en relación a la altura promedio del arbolado en los tres periodos indican ligeros incrementos y solo son notables para el año 2014 (10.23cm) los valores registrados no son variables y la disminución fue mínima al obtener en 2011 un valor de 9.78 y en el último período un valor de 9.51 m; en el caso de la cobertura arbórea registró una ligera disminución al finalizar en 2017 con un valor de 5.0 m<sup>2</sup>; esto se debe a la pérdida del arbolado mayor, cuyas copas aportan mayores áreas al promedio general. La densidad de árboles registró disminuciones muy importantes, pasando de 13,333 en 2011, disminuyendo a 12,150 árboles/ha<sup>1</sup> en el año 2014, finalizando la evaluación con un valor de 7075 árboles/ha<sup>1</sup> en 2017.

En el Índice de Complejidad de Holdridge también observó una disminución al pasar de 31.5 en 2011 a 19.2 2 en 2017. Finalmente, para la regeneración natural los valores varían de 63,000 plántulas/ha<sup>1</sup> en 2011; posteriormente se registra una disminución en 2014 un valor de 44,000 plántulas/ha<sup>1</sup> Para al final obtener un incremento al obtener en 2017 un valor de 53,000 plántulas/ha<sup>1</sup>, (Tabla 123, Figura 73).

**Tabla 123. Parámetros estructurales en el sistema lagunar El Ciruelo, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha-1)	ICH	Regeneración (plántulas ha-1)
2011	7.4	9.78	6.2	13333	31.5	63,000
2014	7.2	10.23	6.2	12150	20.4	44,000
2017	8.1	9.51	5.0	7075	19.2	53,000

### 10.18.3 Diagnóstico del manglar

En todos los bosques de mangle de laguna El Ciruelo, se observó durante el último monitoreo realizado durante noviembre de 2017, una elevada extracción de madera, varas, polines, postes y leña, esta extracción se realiza sobre la madera de *L. racemosa* y *C. erectus*, debido a ello en muchos sitios han desaparecido los fustes rectos, quedando únicamente los fustes torcidos, podridos, deformados o postrados sobre el suelo, este proceso afecta principalmente a la parte sur, este y norte del sistema.

La estructura de la vegetación está constituida por mangle botoncillo (53%) y blanco (38%) ocasionalmente aparece el madresal (9%), en los bordes de la laguna el manglar está constituido por arbolado maduro a juvenil de *L. racemosa*, a unos 10-15m del borde en las áreas más elevadas aparece *C. erectus*, en la parte Sur, Este y Oeste del sistema (Figura 74). Toda la vegetación dentro de la franja de 100 m inmediata a la laguna y más allá, se encuentra fuertemente deteriorada por la extracción de madera y el viento. El suelo en toda la parcela y más allá de ella está cubierto por algunas ciperáceas, así como gran cantidad de *Batis marítima* y otras halófitas. La mayor parte del arbolado de *A. germinans* está constituido por individuos maduros-seniles con diámetros entre 7-12 cm. En el extremo Norte y SE del sitio existe una franja de mangle blanco y botoncillo con árboles de 4-7m de altura; muchos de ellos postrados sobre el suelo. Hacia la parte suroeste y centro del sistema existen algunos árboles de *A. germinans* derribados por el viento; así como algunos individuos muertos en pie de *L. racemosa*.



Figura 74. En la mayor parte de los rodales existe extracción de madera y leña.

El sistema lagunar en su conjunto está fuertemente salinizado. En los últimos dos monitoreos realizados no se ha encontrado plántulas en el suelo, posiblemente porque se ha visitado el sitio en la época de secas (febrero-junio); adicionalmente debido a que el arbolado de mangle negro eran árboles viejos; mientras que en el último monitoreo realizado durante el mes de noviembre de 2017, se registraron solo algunas plántulas de *L. racemosa* y *C. erectus* muy dispersas y ninguna de mangle negro, lo que indica las críticas condiciones del sistema.

El suelo fuera de la orilla de la laguna en noviembre estaba ligeramente inundado (2cm) a húmedo, principalmente en la parte Norte y Oeste de la parcela. Está constituido por una capa de materia orgánica formada por hojarasca de 2-4 cm de espesor sobre una base de arena fina, el área presenta niveles de salinidad intersticial en secas de 54-60 UPS, mientras que en la época de lluvias (julio-octubre) suele alcanzar valores (<48 UPS).

El sistema en el futuro tiende a fraccionarse el hábitat, incluso a desaparecer el arbolado en varios sitios, producto de la excesiva extracción de madera y la presencia del viento entre enero-marzo. Existen varios caminos producto del paso de la gente, ganado y el acarreo de la madera extraída. En el pasado este sitio presentaba una mayor densidad de árboles de *L. racemosa* y *C. erectus*, incluso había en la parte norte del sistema en la desembocadura de un arroyo un manchón de *R. mangle*, el cual ha desaparecido en los últimos cinco años.

## 10.19. Sistema lagunar Llano Grande

### 10.19.1 Monitoreo del Manglar

En lugar conocido localmente como Barra el Platanar del municipio de Santiago Tapextla, se encuentra el sistema lagunar denominado Llano Grande, en el cual existe una franja de bosques de mangle, en esta vegetación se establecieron para el monitoreo y estudio tres PMP, todos los bosques estudiados fueron de tipo borde con presencia de *L. racemosa* hacia el mar o en los lugares donde la salinidad es moderada conformando bosques monoespecíficos, aquí el mangle blanco alcanza hasta 15m de altura y domina ampliamente sobre *C. erectus*. En las áreas frente a los cuerpos de agua se desarrolla en una franja de 10-40m *R. mangle*, con bosques de hasta 12m de altura y muy buen desarrollo estructural, esto se debe a la entrada de un arroyo al sistema, el cual mantiene la salinidad moderada todo el año. El monitoreo se realizó en tres períodos iniciando en 2010, posteriormente 2014 y la última medición se realizó en 2017; a partir del 2014 se estudiaron únicamente dos PMP, debido al difícil acceso para llegar a una PMP (154PMPOALL) (Cuadro 60, Figura 75).



Figura 75. En los rodales de *R. mangle* existe un buen desarrollo estructural del arbolado, con buena cantidad de plántulas, existen algunas especies como *Crinum erubescens*.

Cuadro 60. Parcelas de Monitoreo Permanente en el sistema lagunar Llano Grande, Oaxaca								
Municipio	Localidad	Tipo de manglar	IDPMP	Fisonomía	Asociación de especies	ID_Conabio	Monitoreos realizados	Estatus actual
SANTIAGO TAPEXTLA	LLANO GRANDE	BORDE	154PMPOALL	DOMINANTE	Lr/Ce	154	1	MONITOREO CANCELADO
			155PMPOALL	MONOESPECIFICO	Lr	155	3	MONITOREO PERMANENTE
			156PMPOALL	MIXTO	Rm/Lr/Ce	156	3	

El paisaje que antecede a los manglares está conformado por extensas zonas ganaderas y áreas agrícolas, estas áreas antes de 2010, están cubiertas por vegetación de selva baja subcaducifolia, principalmente hacia el límite con el Estado de Guerrero. Esta área antes de llegar a los manglares estaba cubierta por algunos humedales de agua dulce, principalmente en los dos sitios donde entran dos arroyos había áreas de pantanos estacionales cubiertos de vegetación como *Thalia geniculata*, *Hippomane mancinela*, *Sabal mexicano* y algunas leguminosas. En las áreas desprovistas de vegetación prístina había grandes áreas de vegetación secundaria como pastizales, asociándose en las PMP analizadas a los manglares. Durante la época de lluvias existen áreas donde es difícil llegar por el mal estado que tienen los caminos de terracería (Cuadro 61).

Cuadro 61. Usos del suelo y vegetación en un área de 50 m alrededor de cada PMP: ausencia (0), y uso del suelo (1)

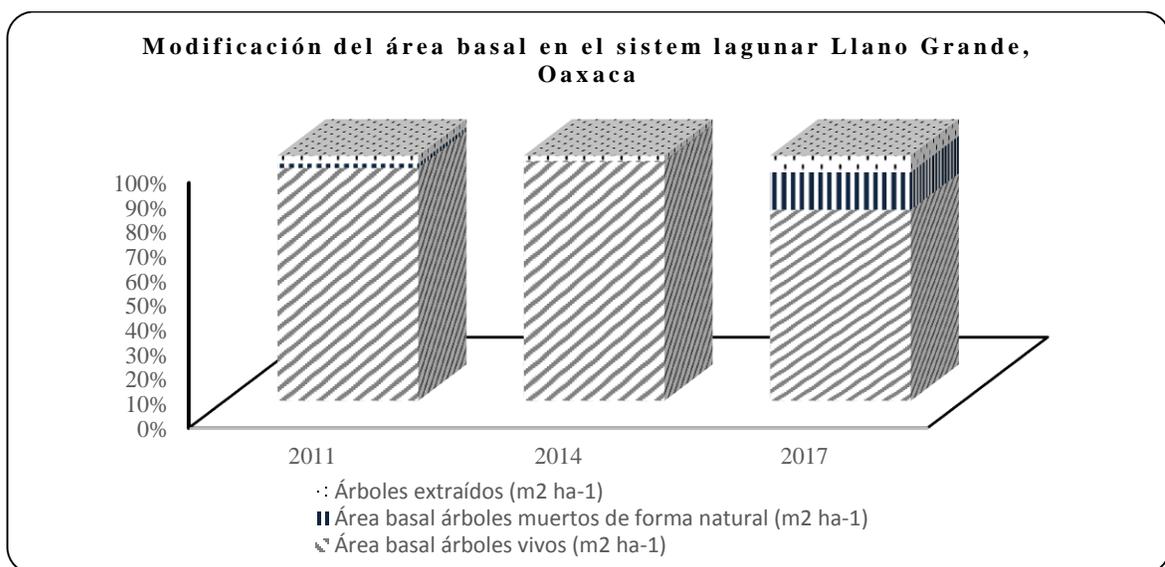
PMP	ASOCIACION	Desarrollo Antrópico	Agrícola-Pecuaria	Otra vegetación	Sin vegetación	Manglar	Manglar perturbado	Otros humedales	Cuerpo de Agua	Otros
155PMPOALL	Lr	1	1	1	0	1	1	1	1	0
156PMPOALL	Rm/Lr	1	1	1	0	1	1	1	1	0

### 19.18.2. Estructura y composición

En este sistema lagunar se obtuvo un área basal del arbolado en pie de 139.8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, durante el monitoreo inicial en 2010, en el siguiente monitoreo, al disminuir el monitoreo a solo dos unidades en 2014 se obtuvo un valor de 88.1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, posteriormente en el último período de evaluación en 2017 disminuyó a 65.5 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. El área basal de los árboles muertos de forma natural registró en 2010 un valor de 2.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, posteriormente en 2014 el valor disminuyó a solo (0.2), finalmente en 2017 se registró el valor más alto con 12.9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, que representó un 15% del área basal total evaluada para ese año.

Por otro lado, el área basal representada por la extracción de madera y leña los registros fueron bajos en 2010 ( $4.8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), con un descenso en el segundo monitoreo en 2014 ( $2.0 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), es en 2017 cuando se registró el valor más alto, registrando un 7% del área basal total evaluada en ese año, (Tabla 124, Gráfica 90, Figura 75 y 76).

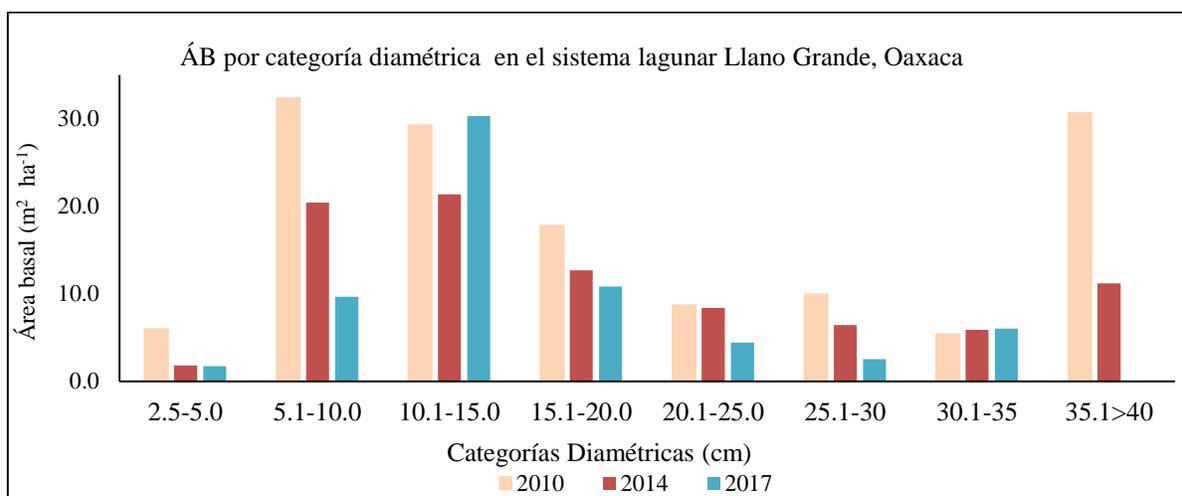
Monitoreo	Año	Área basal árboles en pie ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal mortalidad natural ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Árboles extraídos ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	Área basal Total ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )
1	2010	139.8	2.6	4.8	147.2
2	2014	88.1	0.2	2.0	90.3
3	2017	65.5	12.9	5.7	84.1



Gráfica 90. Modificación del área basal en el sistema de Llano Grande, Oaxaca.

El análisis del área basal para cada una de las categorías diamétricas, indica que el área basal obtenida en 2010 es mayor en todas las categorías con excepción de los árboles de 30.1 a 35.0 cm. Es notable como en otros sistemas lagunares, en este sistema las tres clases diamétricas que más aportan son los árboles de 5.1 a 20.0 cm, es decir el arbolado juvenil a maduros en primera madurez. Mientras que en los árboles maduros-seniles (diámetros de 20.1 a >35.0 cm), se registró una tendencia de disminución del área basal, incluso en el último monitoreo no se registraron árboles seniles, los cuales aportan una gran cantidad de área basal al conjunto de rodales de todo el sistema.

En los últimos ocho años, posterior al paso de los huracanes: “Carlota”, “Bárbara” y “Manuel” algunos árboles viejos fueron eliminados, incluso algunos quedaron derramados, sin embargo en este sistema lagunar los efectos de estos fenómenos fueron menos impactantes que los observados en Ventanilla, La Vainilla, Tomatal y Manialtepec, (Gráfica 91, Tabla 125, Figura 76).



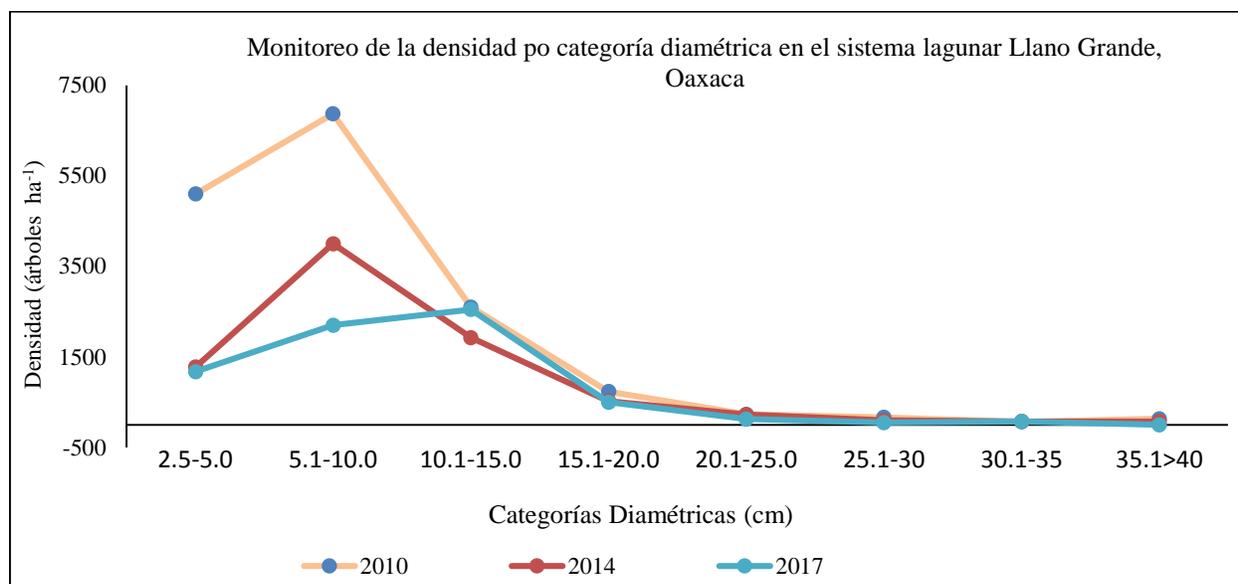
Gráfica 91. Área basal por categoría diamétrica en el sistema lagunar en Llano Grande Oaxaca.

**Tabla 125. Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Llano Grande, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2010	5.9	32.3	29.2	17.8	8.7	9.9	5.4	30.6	139.8
2	2014	1.8	20.4	21.4	12.7	8.4	6.4	5.9	11.2	88.1
3	2017	1.7	9.6	30.3	10.8	4.4	2.5	6.0	0.0	65.5

En relación a la densidad se registró un comportamiento similar al observado en el análisis del área basal, hasta un 91% del arbolado en 2010 correspondía a las categorías de 2.5-15.0 cm); posteriormente en 2014 esto se hace más extremo con el 93.7% para finalizar en 2017 con 95.2%, es decir, es el arbolado juvenil y en primera madurez los que están soportando en gran medida la estructura y composición del sistema, indicativo que estos rodales están constituidos mayormente por el arbolado juvenil, en el cual *L. racemosa* aporta hasta el 69% del juvenil. Es notable en estos bosques la reducida cantidad de árboles maduros-seniles, incluso en el último año (2017) esta reducción se hace más crítica y sin árboles seniles >35.1 cm. Es posible que esta situación se debe a una presión muy fuerte sobre el arbolado maduro, los cuales ya no están sobreviviendo para alimentar a las categorías mayores. En el último monitoreo no se observaron árboles seniles de *L. racemosa* y de *C. erectus*; solo una reducida cantidad de arbolado senil de *R. mangle*.

Sin embargo, esto es desconcertante debido a que en todo el sistema lagunar las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de *L. racemosa* y *R. mangle* (Gráfica 92, Tabla 126, Figura 75 y 76).



Gráfica 92. Densidad del arbolado en el sistema lagunar Llano Grande, Oaxaca

**Tabla 126. Densidad del arbolado en pie por categoría diamétrica en el sistema de Llano Grande, Oaxaca**

Monitoreo	Año	2.5-5.0 cm	5.1-10.0 cm	10.1-15.0 cm	15.1-20.0 cm	20.1-25.0 cm	25.1-30 cm	30.1-35 cm	35.1>40 cm	Total /anual
1	2011	5100	6867	2600	733	233	167	67	133	15900.0
2	2014	1275	4000	1925	525	225	100	75	75	8200.0
3	2017	1175	2200	2550	500	125	50	75	0	6675.0

En la evaluación del diámetro promedio se registraron valores cambiantes a lo largo del estudio: en 2010 el diámetro promedio fue de 11.0, con un incremento en 2014 con 13.1 cm, finalizando en el 2017 con 9.5 cm, esto coincide con los valores obtenidos en el área basal y la densidad del arbolado. La altura total promedio, registra los mismos altibajos en los tres monitoreos como sucedió en el diámetro promedio, sin embargo, los valores son ligeramente superiores en la evaluación final, registrando en 2017 un valor de 14.0 m. Para el caso de la cobertura arbórea se registra una situación similar a los parámetros anteriores, en 2010 el área basal promedio fue 12.9 m<sup>2</sup>; incrementando a 16.3 m<sup>2</sup> en 2014 y finalizando con una notable disminución al obtener un valor final de 6.7 m<sup>2</sup>; en la densidad del arbolado en todo el monitoreo se registró una disminución desde 1590 hasta 667 árboles/ha<sup>-1</sup> en 2017; una situación semejante registró el Índice de Complejidad de Holdridge al pasar de 61.1 a 29.6.

La regeneración natural presenta valores cambiantes en todo el estudio, inicia con 37,009 plántulas/ha<sup>-1</sup> en 2010, se incrementa en el monitoreo siguiente a 86,059, finalizando en 2017 con 52,081 plántulas/ha<sup>-1</sup>, estos valores son muy relativos y son variables entre lluvias y secas, según la época en que haya sido realizado el monitoreo (Tabla 127).



Figura 76. Los rodales en el sistema de Llano Grande presentan áreas de humedales de agua dulce en la parte posterior al manglar.

**Tabla 127. Parámetros estructurales en el sistema de Llano Grande, Oaxaca**

Año	Promedio DN (cm)	Promedio Altura total (m)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	ICH	Regeneración (plántulas ha <sup>-1</sup> )
2010	11.0	13.91	12.9	1590	61.1	37,009
2014	13.1	17.26	16.3	820	46.7	86,059
2017	9.5	14.05	6.7	667	29.6	52,000

### 10.19.3. Diagnóstico del manglar

Desde 2010, estos rodales estaban constituidos por un bosque juvenil monoespecífico de *L. racemosa*, así como a lo largo de toda la orilla del estero existe una franja de 12 a 30m de ancho de constituida por un bosque monoespecífico de *R. mangle-L. racemosa*; mientras que en las zonas más elevadas y frente a la duna costera existe una franja de *C. erectus*, con algunos árboles de *A. germinans*. Desde el inicio hasta el presente, el sitio ha presentado extracción de varas de mangle blanco; esto ha provocado durante los años de 2013-2018 la sucesión de algunas especies y un cambio en las condiciones del sitio, por ejemplo, la llegada e invasión de plántulas y posteriormente de arbustos de *R. mangle* en las zonas más inundadas. La excesiva extracción de varas de mangle blanco (Figura 76) ha ido incrementando la cantidad de palizada y materia orgánica en todo el sitio, incluso la disminución del arbolado ha favorecido la llegada del mangle rojo en poco tiempo en los sitios donde la salinidad es moderada y el suelo está húmedo. Actualmente el arbolado de esta especie tiene un gran desarrollo en todo el estero. En 2010 el área circundante en unas 100 has, estaba compuesta por un bosque tipo borde- ribereño de *R. mangle- L. racemosa*, con el paso del tiempo esta proporción ha cambiado en la actualidad está constituido por un bosque mixto maduro de *L. racemosa* y *R. mangle*, de 12-15m de altura, con árboles de hasta 12cm de DAP promedio. De esta manera la densidad del sitio ha cambiado a lo largo de ocho años de una densidad de 1590 a 667 árboles/ha<sup>-1</sup> en la actualidad. Actualmente en la parte más próxima al estero, existe una franja de árboles de mangle *R. mangle*; mientras que hacia la parte Este-Sur y centro, el sitio dio paso a una asociación de *R. mangle-L. racemosa- C. erectus*, estos son arboles maduros de hasta 15-9 m de altura. En toda la orilla del estero existe una gran cantidad de plántulas de *R. mangle* y *L. racemosa*, incluso algunos individuos reclutas de *L. racemosa* y *R. mangle*. Dentro de la franja los árboles de *R. mangle* y *L. racemosa*, presentan un espaciamiento entre 4-7m de distancia. Durante el primer monitoreo debido a la excesiva cobertura del dosel en la parte Este y Sur, la parcela registraba pocas plántulas arraigadas al suelo. Muchas de las plántulas registradas en la parte Oeste y sur cercanas al estero, son producto del arrastre por la marea de propágulos de *R. mangle* y *L. racemosa*, gran parte de ellos se arraigan durante las lluvias y mueren en grandes cantidades durante el estiaje.

El suelo en el pasado estaba desde húmedo hasta inundado, en la actualidad el sitio está húmedo a seco en su totalidad en la época de secas; mientras que en lluvias la inundación se eleva hasta 10cm. El suelo está constituido por una capa de materia orgánica con gran cantidad de restos de madera, palizada y hojarasca, de 5-20 cm de espesor, sobre una base de arena y concha de 25-45cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial en secas fueron de 32-35 UPS, mientras que en la época de lluvias (mayo-octubre) los valores disminuyen (<26 UPS). La humedad y temperatura bajo el arbolado en noviembre de 2017 fue de aproximadamente 71% y menor a 29°C, lo que demuestra la estabilidad ambiental de los rodales.

*Es probable que el sitio se mantenga medianamente bajo estas condiciones en los siguientes años siempre y cuando la extracción de madera y el avance de las actividades agropecuarias se reduzcan.*

## **11. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LOS BOSQUES DE MANGLE EN OAXACA**

En todas las microcuencas del pacífico sur de México se presentan elevadas tasas de deforestación, erosión y sedimentación, las cuales están ligadas a actividades antrópicas, muchas desarrolladas aguas arriba de los humedales costeros. Adicionalmente en el litoral los manglares se encuentran en peligro debido al acelerado cambio de uso del suelo en la periferia y al interior de los humedales, donde el principal impacto (37.6%) lo representa la tala y extracción de madera de mangle (Figura 77). Esta problemática está presente en todos los sistemas lagunares de Oaxaca (Tabla 120), siendo más notable en Chacahua, Corralero, Laguna Superior e Inferior y Mar Muerto, incluso en muchos rodales de mangle la tala y extracción ha dejado bosques “esqueleto”, al extraerse la mayoría del arbolado juvenil y maduro. La segunda actividad que afecta a esta vegetación son las canalizaciones y los desvíos del flujo de agua, así como el avance de la agricultura y ganadería, son otras de las actividades muy críticas, en el caso de la agricultura el uso excesivo de agua dulce aumenta el deterioro en los sistemas a lo largo de mucho tiempo, como en Laguna La Grande, La Colorada, Guelaguichi, La Salina, Naranjos-Palma Sola, Manialtepec, Chacahua-Pastoría y Llano Grande (Figura 77); las cuatro actividades anteriores representan hasta un 84.3% de la pérdida de mangle en la entidad.

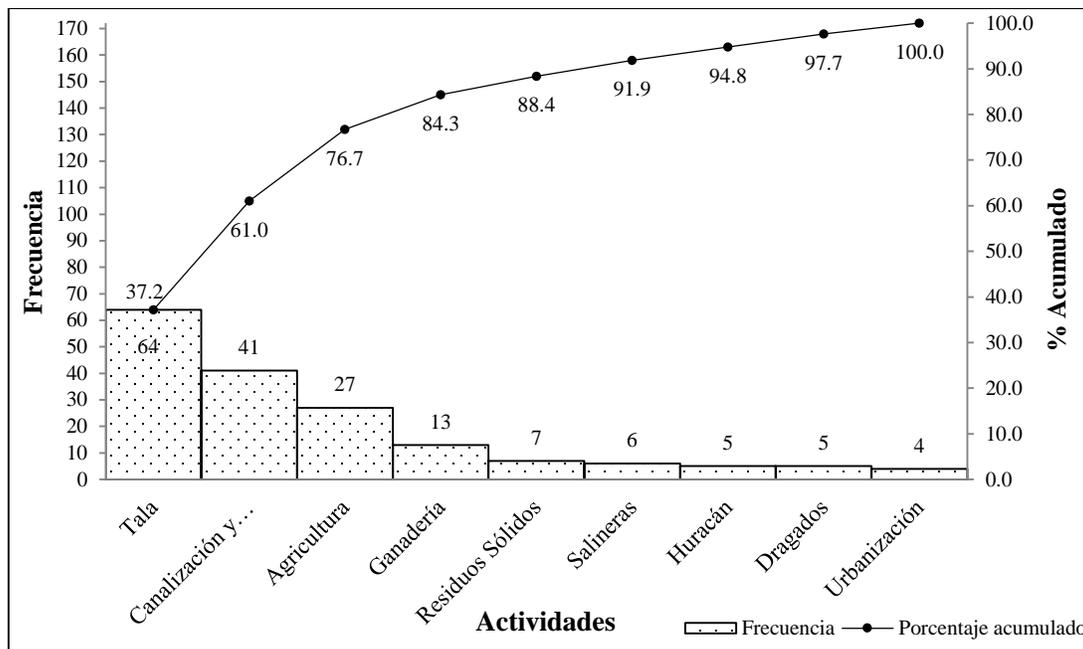


Figura 77. Principales actividades que han afectado a los bosques de mangle en el litoral de Oaxaca.

La construcción de caminos, embarcaderos y tendidos eléctricos han provocado grandes claros y disturbios en muchos manglares como: Mar Muerto, Laguna Superior y Estero La Ventosa (Tabla 120). En otros sitios las áreas de confinamiento de desechos sólidos o basureros, confieren un aspecto desagradable al paisaje, son abundantes los basureros en las orillas y al interior de los manglares, como sucede en Estero la Ventosa, Manialtepec, Cacalotepec y Corralero. Por otro lado, el establecimiento de antiguas salineras ha dejado huella en las lagunas: La Salina, Salina del Márquez, La Colorada, Garrapatero, El Rosario, Chacahua y Corralero. Recientemente debido al paso de los huracanes “Paulina”, “Carlota” y “Manuel” en 1997, 2012 y 2014, se han perdido importantes áreas de manglar (136.8 has) en La Salina, Ventanilla, Tomatal y Manialtepec (Tabla 120). Así mismo, en Mar Muerto, Laguna Superior e Inferior, Corralero y Chacahua, los dragados han deforestado grandes áreas de manglar con beneficios exiguos para la pesca. Finalmente, el avance del desarrollo urbano ya es notable en las lagunas de Manialtepec, Ventanilla, Chacahua y Corralero. Estas actividades modifican y deterioran este ecosistema en forma creciente, y afectan la composición de especies, estructura y funcionamiento del sistema como un todo.

La pérdida e impacto sobre los manglares se ha incrementado en los últimos 45 años, de acuerdo a Rodríguez et al. (2013), Valderrama et al (2017), el estado de Oaxaca en 1970 tenía una extensión de 28,501 hectáreas de manglares, para 2005 esta superficie se había reducido a 18,522; mientras que en 2010 la extensión fue de 18,607 has., estos autores mencionan cantidades mínimas de manglar perturbado (41 has), evaluado por medio de imágenes de satélite, situación que contrasta con un análisis realizado en campo, donde durante el periodo de 2009 a 2017 se han registrado 1533.4 has de manglares en 156 sitios de la costa de esta entidad, donde el manglar se ha perdido; otras 3760 has., están bajo severo disturbio (Tabla 120); una extensión muy superior a las áreas bajo protección en El Parque Nacional Lagunas de Chacahua. Estas pérdidas son el resultado de un mal manejo de las microcuencas, la zona costera en su conjunto y la toma de decisiones erróneas por los sectores federales: Sagarpa, Conagua, Conapesca, Semarnat, Profepa, Conanp, Pemex, CFE, Fonatur, etc. A nivel estatal la principal institución que impulsa actividades productivas, muchas de ellas responsables de crecientes deterioros a las áreas de manglar son El COPLADE [www.coplade.oaxaca.gob.mx](http://www.coplade.oaxaca.gob.mx), a través de la Coordinación General del Comité Estatal de Planeación Para El Desarrollo de Oaxaca, así como la SEDAFPA, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca, La Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico. Incluso parte del impacto sobre los manglares proviene de la toma de decisiones de los municipios costeros; otra parte de ese impacto se origina en las comunidades costeras, las cuales son las responsables de la deforestación silenciosa debido a la extracción de madera de mangle para uso doméstico y para la venta fuera de las comunidades.

## **12. RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN**

La problemática que enfrentan los bosques de mangle en Oaxaca es grave, lo que obliga a tomar decisiones, considerando los tres niveles de la administración pública. Partiendo la toma de decisiones sobre la problemática a nivel municipal, debe realizarse un diagnóstico puntual por municipio para las dos microrregiones costeras del estado. A partir de este diagnóstico, se debe diseñar un programa estatal permanente, con metas anuales, por trienio y sexenales para restaurar, proteger y conservar los bosques de mangle asociados a todos los humedales costeros y microcuencas costeras.

Debido al tamaño y necesidades de recursos humanos y económicos, este programa debe financiarse a partir del Plan Nacional de Desarrollo (PND), con la participación a nivel estatal de la Coordinación General del Comité Estatal de Planeación Para El Desarrollo (COPLADE) de Oaxaca, la SEDAFPA, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca, La Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico, adicionando recursos de otros niveles del gobierno federal, estatal, de particulares, ONG'S; incluso del extranjero. El liderazgo del programa debe recaer en un consorcio de instituciones académicas-investigación, por ejemplo, la Universidad del Mar, El CIDIR-IPN, La Universidad Autónoma de Oaxaca y El Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP), nutrirse con experiencias de otras instituciones nacionales y del extranjero, que han realizado investigaciones en este litoral en los últimos 20 años. Es necesario asumir en conjunto el esquema de Coordinación-Cooperación de Esfuerzos y Recursos, entre todas las instituciones participantes e incluso invitar a las grandes universidades y centros públicos de investigación con áreas enfocadas al manejo de cuencas, zona costera y marina. Obligada sería la aportación y cooperación de recursos económicos por parte de aquellas instituciones cuyas decisiones han provocado la pérdida de áreas de manglar y pantanos de agua dulce como La Comisión Nacional del Agua (CNA), Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Fomento Nacional al Turismo (FONATUR); con la participación a nivel estatal del COPLADE de Oaxaca, la SEDAFPA, La Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico.

La realización del programa debe adoptar la metodología del Manejo Integral de Cuencas (MIC) vs. Manejo Integral de Zona Costera (MIZC), Para ello es necesario un cambio radical en las políticas públicas de incentivar el desarrollo; sí como un cambio en los paradigmas de toma de decisiones desde el nivel municipal, considerando para la restauración de los humedales costeros el principio de "Caudal Ecológico" y "La Conectividad" en todos los humedales costeros. El MIC, permitiría detener y recuperar el deterioro que presentan todas las microcuencas en la parte alta y media, en la actualidad afectadas por la construcción de represas, deforestación, erosión, rectificación de cauces, desvío y contaminación, en los ríos: Río Verde, Grande, Manialtepec, Colotepec, Cozoaltepec, Cacalotepec, Tonameca, Coyula, Santa María Huamelula, Tehuantepec, Niltepec y Ostuta, microcuencas que alimentan hasta un 75% de los humedales y manglares de Oaxaca, en una superficie de unas 280, 000 hectáreas de áreas riparias.

Por medio del MIZC se deben de recuperar los humedales costeros: pantanos, lagunas de agua dulce, vegetación riparia, lagunas, esteros, estuarios, bocabarras, dunas, playas y bahías. Humedales prioritarios para la restauración inicial serían los humedales: Río Verde-El Azufre-Palmarito-Chacahua, Río Grande-Cerro Hermoso-Pastoría, La Ventanilla; Bajos de Coyula; Río Tehuantepec y Río Ostuta, donde actualmente se han perdido unas 90,000 hectáreas de humedales de agua dulce y cuerpos de agua ya desaparecidos o seriamente dañados por las actividades antrópicas realizadas durante los últimos 50 años. Prioridad inicial sería la recuperación de las 1533 has de manglares perdidas en los últimos 20 años (Tabla 120); así como detener y recuperar la totalidad de otras 3,760 has., de manglar que padecen un disturbio grave en los sistemas lagunares de Corralero, Chacahua-Pastoría-Palmarito, La Salina, Garrapatero, Laguna Superior y Mar Muerto; incluso 235 has., de manglares arrasadas por el paso de los huracanes “Carlota”, y “Manuel” en 2012 y 2013, en los sistemas de La Ventanilla-La Vainilla, El Tomatal y Mar Muerto. Es muy importante proveer agua bajo el esquema de “Caudal Ecológico-Conectividad” del Río Verde al Parque Nacional Lagunas de Chacahua a fin de detener la salinización de grandes áreas de este sistema. Esta ha sido una demanda desde 1995 impulsada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) con la férrea oposición de la CONAGUA; incluso restaurar los desvíos y flujos de arroyos y ríos obstruidos por obras como canales, bordos, granjas, caminos, etc., limitar los dragados y llevar los sedimentos obtenidos hasta el mar.

### 13. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO por el financiamiento del proyecto denominado: **“Inventario y monitoreo del estado actual del bosque de manglar en la costa de Chiapas y Oaxaca, México”**, así como también la participación de las cooperativas pesqueras del litoral de la costa de Chiapas desde el municipio de Suchiate hasta Arriaga, quienes participaron en el monitoreo de los manglares.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

Carbajal E. S. S. 2010. Estudio de la estructura, composición y modificación antrópica en los manglares del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica en Ciencias Químico Biológicas. Chilpancingo, Guerrero. Pág. 102.

Carbajal E.S.S. 2014. Evaluación del impacto del azolvamiento en La Laguna Cerritos a partir de la canalización del Río Cintalapa. Tesis de Maestría, Laboratorio de Ecología y Manejo Integral de Sistemas Costeros, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula, Chiapas México, 111p.

Carbajal-Evaristo, S. S. y A. López-Santos. 2015. Inventario y Monitoreo del estado actual de los Bosques de Manglar de Guerrero: Primer Informe. Pro Manglares A. C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Chilpancingo, Guerrero, México. 52 pp.

Carbajal-Evaristo S. S. y A. López Santos. 2017. LM006 "Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Guerrero". Pro Manglares A. C. Informe Final, 96pp.

Centanaro-Martínez, D., J. E. Guerrero-Trujillo, J. N. Ganem-Robles, H. Quiroz-Ramos y E. Ramírez-Campos. 1997. Diagnóstico integral del sistema manglárico de la ciénaga de La Caimanera. Informe final, Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE)-Fundación para el desarrollo social y protección del medio ambiente (FUNDESA), Sincelejo, Colombia. 79 p.

Chan Keb, C. A., Linares F, G., Agraz H, C. M., Valera P, M. A., Pérez A, R. y M. L. O. Villegas R. 2013. Correlaciones canónicas en los bosques de manglar del sistema lagunar Chacahua-Pastorías, Oaxaca. Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ. Volumen XI. pp 27-34. 2013/ México.

Cintrón, G. y Schaeffer-Novelli Y. 1983. Introducción a la Ecología del manglar. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe ROSTLAC. Montevideo-Uruguay. 109 p.

Cintrón G, Schaeffer-Novelli Y. 1984. Methods for studying mangrove structure. In: Snedaker SC, Snedaker JG (eds). *The mangrove ecosystem research methods*. UNESCO. 251 pp.

Cintrón G, Schaeffer-Novelli Y. 1985. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur América. *Ciencia Interamericana* 3:4-15.

Chapman H.D y Parker F.P., 1984. Métodos para análisis de suelos, plantas y agua. Editorial Trillas. 195 p.

Domínguez-Domínguez M., J. Zavala-Cruz, P. Martínez-Zurimendi. 2011. Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco, México. 137p.

Corella J.F., Valdez H.J.I., Cetina A.V.M., González C.F. V., Trinidad S.A. y Aguirre R. J.R. 2001. Estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México. *Ciencia Forestal en México*. 26 (90): 73-102 p.

Cottan, G. y J. T. Curtis. 1949. A. Method for Making Rapid Surveys of Woodlands by Means of pairs of Randomly Selected Trees. *Ecology*. 30(1): 101-104.

FAO, 2005 Status and trends in mangrove area extent worldwide. Documento de trabajo n° 63. División Recursos Forestales, FAO, Roma.

FAO. 1994. *Mangrove forest management guidelines*. FAO Forestry Paper No. 117. Rome

Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Oaxaca. 1993. Oaxaca. Plan Estatal de Desarrollo 1992-1998. Comisión Estatal, Plan de Desarrollo de Oaxaca (COPLADE-OAXACA). Oaxaca, México. 144 p.

Jiménez-Quiróz C. y F. González H. 1996. Análisis de la estructura del manglar en La Laguna de Juluapán, Colima México. *INP, Semarnap, Ciencia Pesquera No. 12*.

La Ventana (Investigación y Divulgación Científica para el Desarrollo Regional, A.C). 2008. Inventario y Diagnóstico de manglares en la región Chontal baja. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de conservación para el desarrollo sostenible (PROCOCODES), Oaxaca, México. 107p.

Landeros S. J. A. 2005. Estructura del Manglar, en el Sistema Lagunar de Chantuto, Reserva de La Biosfera la Encrucijada, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula y Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco. México, 78pp.

Lan R.A. 2015. Estructura y composición del manglar del área comprendida de Barra de San José-Barra de San Simón, Chiapas México. Tesis de Licenciatura en Ingeniería forestal. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula, Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas Campus IV, 108p.

Lugo, A. E. and S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-64.

Morales G. B. 2010. Estructura del manglar y uso del recurso natural en cuatro localidades de la Reserva de Biosfera “La Encrucijada” Chiapas, México. Tesis de maestría Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México. Pág. 110.

Nettel, A., R.S. Dodd, Z. Afzal-Rafii y C. Tovilla-Hernández. 2008. Genetic diversity enhanced by ancient introgression and secondary contact in East Pacific black mangroves. *Molecular Ecology* 17(11):2680-2690.

Odum, W.E., C.C. McIvor, y T.J. Smith, III. 1982. The ecology of the mangroves of South Florida: a community profile U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, Washington D.C. FWS/OBS-81/24.

Orihuela B. D. E. 2001. Flujo de materia en un bosque de manglar de la costa de Chiapas. Producción de hojarasca, herbivoría, degradación y exportación de detritus. Tesis de Maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, Colegio de la Frontera Sur, Ecosur Chetumal. 98pp.

Pool D.J., Snedaker S.C., Lugo A.E. 1977. Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, Mexico and Costa Rica, *Biotropica* 9 (3):195-212.

Pulido V. M. y C.H. Tovilla 2002. Informe del estado que guardan los bosques de manglar de Pozuelos-Murillo, Municipio de Tapachula Chiapas, México. 65pp.

Pulido V. M. y H .C. Tovilla. 2003. Conservación y Manejo del Manglar en el Área Natural Protegida El Gancho Murillo de la Costa de Chiapas. H. Ayuntamiento de Tapachula, Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de La Frontera Sur, Unidad Tapachula, Tapachula Chiapas, México, 38p.

Ramírez L. M. 2011. Ecoturismo en una comunidad costera de Chiapas ¿una estrategia de conservación?. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal, 150pp.

Ramírez A. M. C., 1995. Estructura y demografía del manglar del estero “La Angostura”, laguna Oriental, Oaxaca y su relación con algunos parámetros ambientales. Tesis de Licenciatura. ENEP-Zaragoza, UNAM.

Restrepo J.D. 2005. Los Sedimentos del río Magdalena: Reflejo de la Crisis Ambiental. Fondo Editorial Universidad EAFIT-Colciencias, Medellín, Colombia. 267 P.

Ramírez, P. G., Segura, Z. D. 1994. Ordenación de la vegetación de manglar de la laguna Panzacola, Chiapas. Serie Grandes Temas de hidrobiología. Los sistemas litorales. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (2): 105-113 p.

Rodríguez-Zúñiga M.T., Troche-Souza C., Vázquez-Lule A.D., Márquez-Mendoza, J.D., Vázquez-Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., Velásquez-Salazar, S., Cruz-López, M.I., Ressler, R., Uribe-Martínez, A., Cerdeira-Estrada, S., Acosta-Velásquez, J., Díaz-Gallegos J., Jiménez-Rosemberg, R., Fueyo-Mc Donald, L., y Galindo-Leal, C. 2013. Manglares de México: Extensión, Distribución y Monitoreo. Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F. 128pp.

Romero-Berny E. I., 2006. Estructura y Composición de los Bosques de Manglar en el Sistema Lagunar de Carretas-Pereyra, Reserva de la Biosfera, La Encrucijada, Chiapas; México. Tesis de licenciatura en Biología Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula y Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Escuela de Biología. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 77pp.

Romero-Berny E. I., 2013 Manglares del Soconusco, Chiapas: estructura y cambios a nivel de paisaje. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula.

Ruíz Bruce Taylor, M.D.M., Rangel-Salazar J.L. y Cortés-Hernández, B. 2013. Resilience in a Mexican Pacific mangrove after hurricane: implications for conservation restoration. *Journal of Environmental Protection*: 4(12), pp. 1383-1391.

Salas-Roblero R.L., 2006. Estructura Forestal de un Manglar en la Reserva de la Biosfera “La Encrucijada”, Chiapas. Tesis Ingeniero en Restauración Forestal. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula y Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales, 98pp.

Salazar, A.V., 2003. Relación de la Estructura y composición de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* con las propiedades fisicoquímicas del suelo, del Sistema Lagunar pozuelos-Murillo, Tapachula Chiapas, México. Tesis, Laboratorio de Ecología de manglares El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR-Tapachula, Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Químicas Campus IV, 74pp.

Sánchez, G. C., 2005. Dinámicas de C y N en el suelo de manglar de Ventanilla, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar-Puerto Ángel, Oaxaca. 64p.

Santamaría-Damián S., 2014. Caracterización estructural y cambios en la cobertura del manglar en el sistema lagunar Los Patos Sólo Dios, Pijijapán, Chiapas. Tesis Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula 88p.

Serrano F. E., 2014. Caracterización estructural, condición del arbolado y el suelo de la comunidad de manglar del sistema lagunar Corralero-Alotengo, municipio de Pinotepa Nacional, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar-Puerto Ángel, Oaxaca. 76p.

Thom B.G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology, Tabasco, México. *J. Ecol.* 55: 301-343.

Tovilla, H. C. 1998. Ecología de los Bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de Barra de Tecoanapa Guerrero, México. Tesis Doctoral, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias, UNAM, 365p.

Tovilla-Hernández C. y De la Lanza-Espino G, 2001. Balance hidrológico de nutrientes en un humedal costero del pacífico Sur de México. *Hidrobiológica.* 11(2): 133-140.

Tovilla-Hernández C. 2006. Propuesta para conservación, manejo y restauración en los bosques de manglar de la costa de Chiapas. Consejo de ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas (COCyTECH). Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR, unidad Tapachula, Tapachula Chiapas, 148p.

Tovilla-Hernández C., Salas-Roblero R.L., De la Presa-Pérez J.C., Romero-Berny E.I., Ovalle E.F. y O. R. Gómez 2007. Informe Final : Inventario Forestal de los Bosques de Manglar del Soconusco, Gobierno del Estado de Chiapas-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología COCyTECH-CONACyT Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de La Frontera Sur, Ecosur. Tapachula Chiapas, México, 100p.

Tovilla-Hernández C., Salas-Roblero R.L., De la presa-Pérez J.C., Romero-Berny E.I., Estrada-Ovalle F., Gómez R.O., Hernández J.S., De la Cruz E.M. y Hernández A.G., 2007. Informe Final Proyecto Inventario Forestal de los Bosques de Manglar de la Costa de Chiapas. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR, Unidad Tapachula, Consejo de Ciencia y Tecnología de Chiapas (Cocyttech), 92p.

Tovilla, H.C, Ovalle, Estrada, F, De la Presa P.J., González, Castillo, D.T. 2009. Primer Informe del Proyecto: Inventario y Monitoreo del Estado Actual de los Bosques de Manglar de Chiapas y Oaxaca. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur Unidad-Tapachula, Chiapas, México. 90p.

Tovilla, H.C., Ovalle, Estrada, F., De la Presa, P.J., De la Cruz, M.G. 2010. Segundo Informe del Proyecto: Inventario y Monitoreo del Estado Actual de los Bosques de Manglar de Chiapas y Oaxaca. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur Unidad-Tapachula, Chiapas, México. 100p.

Tovilla, H.C., Ovalle, Estrada, F., De la Presa, P.J., De la Cruz, M.G., De la Cruz, ME. 2011. Cuarto Informe del Proyecto: Inventario y Monitoreo del Estado Actual de los Bosques de Manglar de Chiapas y Oaxaca. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur Unidad-Tapachula, Chiapas, México. 64p.

Tovilla, H.C. Ovalle, Estrada, F., De la Presa, P.J., De la Cruz, M.G., De la Cruz, M.E. 2011<sup>a</sup>. Informe: Inventario del manglar y avance de la intrusión salina en los Municipios de Comalcalco, Jalpa de Méndez y Paraíso Tabasco, México. El Colegio de la Frontera Sur Unidad-Tapachula, Chiapas, México y SERNAPAM-Gobierno del Estado de Tabasco. 53p.

Tovilla-Hernández C. y Romero-Berny E.I. 2012. Diagnostico estructural de los manglares en Chiapas y Oaxaca, en Recursos Acuáticos Costeros del Sureste Vol. I: 257-279, Editores: Sánchez J-A., XC. Chiappa y R.P. Brito, Recorecos; Red Para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste.

Tovilla, H.C., Ovalle, Estrada, F., De la Presa, P.J., De la Cruz, M.G. 2013. Sexto Informe del Proyecto: Inventario y Monitoreo del Estado Actual de los Bosques de Manglar de Chiapas y Oaxaca. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur Unidad-Tapachula, Chiapas, México. 154p.

Tovilla, H.C., Ovalle, Estrada, F. y De la Presa, P.J. 2014. Séptimo Informe del Proyecto: Inventario y Monitoreo del Estado Actual de los Bosques de Manglar de Chiapas y Oaxaca. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur Unidad-Tapachula, Chiapas, México. 153p.

Valderrama L, Troche C, Rodriguez MT, Marquez D, Vázquez B, Velázquez S, Vázquez A, Cruz MI, Ressler R. 2014. Evaluation of mangrove cover changes in Mexico during the 1970-2005 Period. *Wetlands*. 34:747–758.

Valderrama-Landeros L, Rodríguez-Zúñiga M, Troche-Souza C, Velázquez-Salazar S, Villeda-Chávez E, Alcántara-Maya J, Vázquez-Balderas B, Cruz-López M, Ressler R. 2017. Manglares de México: actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 1970/1980–2015. 1ª edición. Ciudad de México, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 126 p.

Valdez Hernández, J. I. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa pacífica de México. *Madera y Bosques* Número especial: 129-145.

Weishaupl, Liane. 1981. Plantas de Mangue: contribuiçaoao conhecimento de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. San Paulo, Brasil: Instituto de Biociencias, University of Sao Paulo. 157 p. Tesis de M.S.