

Capítulo 11.

Los manglares del Pacífico Sur de México, situación actual y perspectivas para un Manejo Integral de la zona costera

Cristian Tovilla Hernández
Rita Lorena Salas Roblero

El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula (México).

Resumen

En el Pacífico Sur de México existen 72,187 has de bosques de mangle, de ellas solo 32,652 has, se encuentran bajo alguna categoría de protección. Un análisis preliminar indica una heterogeneidad en la estructura de la vegetación en todo el litoral, alternándose la dominancia entre las cuatro especies principales: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. Estos bosques son los más diversos del país con seis especies de mangle y están constituidos por bosques juveniles a seniles. Por su riqueza de especies y atributos estructurales los manglares de ambas entidades comparten parámetros promedio notables como sucede en Chiapas con la AT (14.8 m), AF (8.7m), ASR en *R. mangle* (1.82m), CD (16.5 m²), y la EF es más elevada (9.6%); por el contrario, en Oaxaca, los manglares sobresalen en el tamaño del AB (32.9 m²/ha), DN (12.02 cm) y una MN más elevada (10.8%). En los últimos años se han observado incrementos notables en la extracción y mortalidad natural en todos los rodales, situación preocupante en los bosques juveniles. 12 actividades antrópicas y naturales afectan a la vegetación, identificando el mal manejo de las cuencas, el azolvamiento, los dragados y la rectificación del cauce de los ríos, como las actividades responsables de la degradación del manglar. Hasta en un 80% de los casos, el agente que tomó la decisión de implementar estas actividades y financiarlas fueron instituciones del gobierno federal y estatal. Los éxitos

en la recuperación de áreas de manglar eliminadas son muy limitados (110 has). A partir del nivel municipal-comunidad se debe diseñar un programa estatal permanente: con metas anuales, por trienio y sexenales para rescatar y conservar todos los humedales costeros, el liderazgo debe recaer en una institución académica y utilizar la metodología del Manejo integral de cuencas vs. Manejo Integral de Zona Costera.

Introducción

La región del Pacífico Sur de México comprende el litoral de los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero, el cual cuenta con un número significativo de humedales costeros, uno de los más notables lo constituyen los bosques de mangle; la falta de información sobre las características biológicas, ecológicas y del ambiente socioeconómico que rodea a estos humedales, es una limitante para poder trazar estrategias que promuevan la conservación, manejo y restauración de este tipo de vegetación. Esto ha originado pérdidas notables de esta vegetación en los últimos años (Gobierno de Oaxaca 1993; Tovilla 2006).

Los bosques de mangle del Pacífico Sur de México, se distribuyen a lo largo de unos 859 km de litoral en los estados de Chiapas y Oaxaca (Gobierno de Oaxaca 1993, Tovilla et al., 2014). Estos bosques se caracterizan por estar sometidos a una estacionalidad marcada desde el SE hacia el NW de este litoral (Figura 1). La distribución y dominancia del manglar están influenciadas por la precipitación y la entrada de agua dulce y sedimentos por los ríos hacia los sistemas lagunares. Estos factores reducen la salinidad y modifican los parámetros fisicoquímicos del suelo.

En los manglares del Pacífico Sur se han realizado una serie de evaluaciones sobre la estructura y composición, las más importantes son: Ramírez y Segura, 1994; Ramírez, 1995; Landeros, 2005; Sánchez, 2005; Salas, 2006; Romero, 2006; Tovilla et al., 2007; La Ventana, 2008; Carbajal, 2010; Ramírez, 2011; Chan et al., 2013; Romero, 2013; Ruiz et al., 2013; Santamaría, 2014; Serrano, 2014 y Lan, 2015. El presente estudio comprende la evaluación del estado actual de los bosques de mangle del Pacífico Sur en los estados de Chiapas y Oaxaca para fundamentar propuestas hacia un manejo integral de la zona costera del Pacífico Sur de México.

Historia de los cambios de la vegetación de mangle en el Pacífico sur de México

Durante la década de 1950-60, probablemente la sumatoria de la extensión de los manglares en Chiapas y Oaxaca rebasaba las 82,402 hectáreas (Rodríguez et al. 2013; Valderrama-Landeros et. al., 2017); desafortunadamente en los siguientes 60 años ha habido una degradación continua de esta vegetación, registrándose las mayores pérdidas en la década de 1970-80. Durante este periodo el manglar disminuyó de 81,754 a 64,883 hectáreas, para una pérdida total de 16,871 hectáreas, un 20.6% del área inicial. En Chiapas entre 1970 y 2005, esta superficie se había reducido a 44,598 ha, finalmente

en 2010 se registró un ligero incremento quedando unas 46, 276 has. Oaxaca para el mismo periodo, la mayor pérdida de manglar pasó de 28,501 a 18,522 ha con una tasa de cambio de (-1.65). Las mayores pérdidas de la vegetación de mangle, corresponden a la costa de Oaxaca con un 34.7% del total; mientras en Chiapas se perdió el 14.1% del área inicial (Rodríguez et al. 2013). Los manglares de esta región, representan el 8.4% de la superficie a nivel nacional, 6.0% corresponde al estado de Chiapas y 2.4% a Oaxaca (Valderrama-Landeros et. al., 2017).

Conservación y diversidad biológica del manglar en el Pacífico sur de México

En Chiapas el 87% de la superficie de manglar está bajo alguna categoría de protección; por el contrario, en Oaxaca la protección es del 11%, la protección incluye Áreas Naturales Protegidas (ANP), a nivel federal y estatal y/o sitios Ramsar, (Valderrama-Landeros, et. al. 2017). A lo largo de este litoral existen cinco ANP y tres santuarios de la tortuga marina. Las ANP más grandes con vegetación de mangle son: la Reserva de Biosfera La Encrucijada, El Cabildo Amatal y El Gancho-Murillo en Chiapas, con una superficie de mangle de 38,458 has.; mientras que, en la costa de Oaxaca, El Parque Nacional Lagunas de Chacahua con una extensión de manglar de 2890 has., es la más notable. El litoral de Chiapas es el más biodiverso con 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., 2008a; Santamaría, 2014). Mientras que en la costa de Oaxaca solo se ha registrado cuatro especies y una variedad.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

Este litoral comprende seis regiones hidrológicas, cuatro se incluyeron en el presente estudio: Costa de Chiapas, Tehuantepec, Costa de Oaxaca y la Costa Chica de, Guerrero, (CONAGUA, 2007) a su vez el estudio comprende 10 cuencas hidrológicas, (CNA, 1998). El clima que se registra es un clima cálido-subhúmedo [Am (w)], con temperatura media anual mayor a 18°C, (García, 1973). 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,

asociaciones características de encontrar en toda la región del Pacífico sur. La red hidrológica de la costa de Chiapas comprende 21 corrientes primarias, siendo 12 los ríos principales, (Río Suchiate, Cahoacán, Coatán, Cuilco, Huixtla, Vado Ancho, Cintalapa, Cacaluta, San Nicolás, Novillero, Coapa y Pijijiapán); Mientras que en Oaxaca los ríos principales son: Río Ostuta, Tehuantepec, Copalita, Tonameca, Colotepec, Cozoaltepec y Verde (INE, 1999, INEGI-CONAGUA-2007).

En el Estado de Chiapas desde el año 2005 hasta el presente, se han realizado dos inventarios del estado que guardan los bosques de mangle, basados en un total de 495 unidades de muestreo (UM), 390 durante un primer inventario (2005-2006), posteriormente en 2009-10 se establecieron en 12 sistemas lagunares 105 UM, en el estado de Chiapas y para el estado de Oaxaca se establecieron en 15 sistemas lagunares 122 UM, (Tovilla et al., 2007; 2010). Posteriormente, como parte del “Inventario y Monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Chiapas y Oaxaca, México”, del Colegio de la Frontera Sur, (ECOSUR) en Tapachula, Chiapas, financiado por La Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), a partir del 2009 y hasta el 2018, se realizan en Parcelas de Monitoreo Permanente (PMP), de 400 m², un monitoreo de los bosques de manglar con 94 PMP en el estado de Chiapas y 112 PMP en el estado de Oaxaca (Figura 1).

En cada PMP todos los árboles > a 2.5 cm de grosor fueron numerados y medidos; anotando el diámetro normalizado DN o DAP, en *A. germinans*, *L. racemosa* y *C. erectus* a 1.3 m del suelo; mientras que en *R. mangle* a 30 cm por encima de la última raíz aérea, anotando el tipo de bosque de mangle encontrado. En cada PMP al 25% de los árboles (juveniles, maduros y seniles), se cuantificó la cobertura, altura total y de fuste, siguiendo la metodología de Cintrón y Shaeffer-Novelli (1983; 1984; 1985). En cada PMP en 5 cuadrantes de 1 m², se estimó el repoblamiento por especie, altura y número de plántulas vivas, clasificándolas como: tipo A (con solo hojas), B (con ramificaciones) y tipo C (con presencia de raíces aéreas) (Tovilla et al., 2007). Se estimó la mortalidad natural midiendo el DN de los árboles muertos en pie o recién caídos. La extracción de madera se calculó midiendo el DN de los tocones, expresándose el porcentaje de extracción vs arbolado total en pie en cada PMP (Valdez 2002). Se evaluaron los parámetros de salinidad del agua superficial e intersticial (S Inter), el pH, humedad y T° C. Al inicio del proyecto en cada PMP se tomaron muestras de sedimento en los estratos: 0-30 cm y 30-60 cm, siguiendo los criterios de Chapman y Parker (1984). En campo se cuantificaba el área donde el manglar se ha perdido, en cada uno de los sistemas lagunares, anotando el tipo de impacto, las especies afectadas, el agente que provocó el daño y las coordenadas.

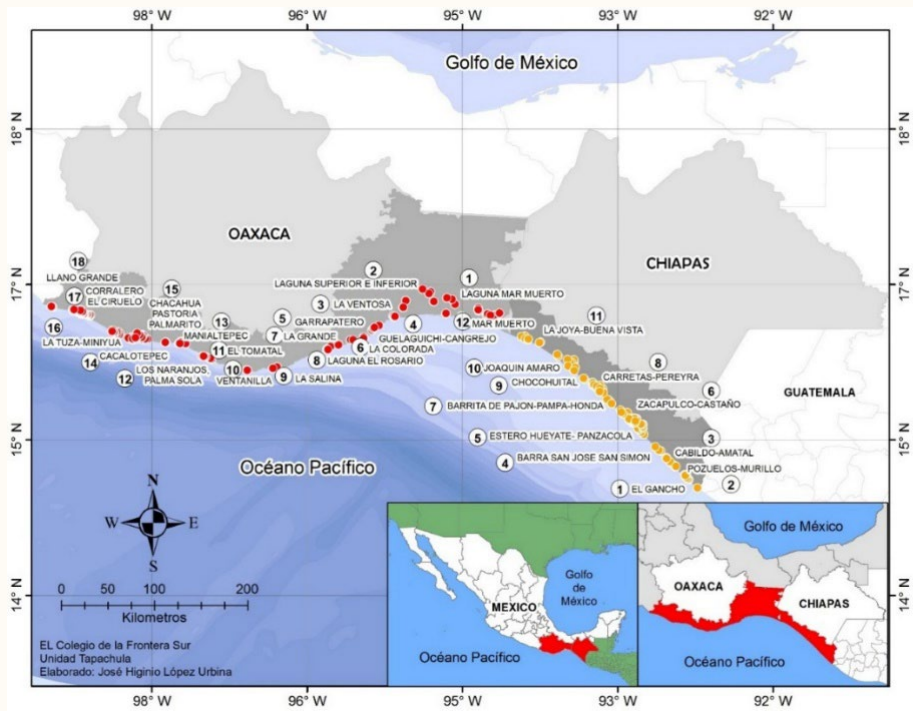


Figura 1. Distribución de los rodales de mangle en los sistemas lagunares de Chiapas y Oaxaca.

Análisis

El estudio de la estructura, composición y situación actual de la vegetación de mangle se obtuvo a través de la cuantificación de los parámetros como: 1. Índice de Complejidad de Holdridge (ICH) 2. Altura total (AT), 3. Altura de Fuste (AF), 4. Área basal (AB), 5. Diámetro Normalizado (DN), 6. Altura del Sistema de raíces (ASR), 7. Cobertura del dosel (CD), 8. Mortalidad Natural (MN) y 9. Extracción forestal (EF) (Tabla 1), adicionalmente se determinó la densidad del arbolado por sitio. La información se organizó por sistema lagunar por medio de un análisis estadístico exploratorio en cada PMP.

Con el objetivo de identificar alguna relación del uso actual del territorio y los valores promedio de parámetros estructurales, utilizando Sistemas de Información Geográfica, se realizó un análisis en el cual se generó para

cada PMP evaluada en campo un área buffer (área de influencia), de 0.05 km, y utilizando datos vectoriales del Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares de México en 2015, (CONABIO, (29/02/2016), que registra nueve clases de tipos de coberturas y uso de suelo, se generó una matriz asignando un valor de 0 para clases ausentes y un valor de 1 para clases presentes. Se identificó si existe la influencia del manejo del territorio y la relación con respecto a los valores de parámetros estructurales obtenidos en el estudio.

Resultados y Discusión

De acuerdo a Thom (1967) los bosques de mangle de Chiapas están establecidos en dos tipos de geoformas: Fluvial (91%) y Marismas (9%). Se registraron cuatro tipos fisiográficos de bosques: Ribereño (53%) Cuenca (27%), Borde (14%) Periférico (6%) (Lugo y Snedaker, 1974); el 44% corresponden a bosques monoespecíficos, 37 % dominantes y el 19 % bosques mixtos. Ordenando en clases diamétricas, la composición de los rodales de mangle muestra un comportamiento de J invertida (Jinv), donde el 58% se ubicó en la clase diamétrica 2.5-10 cm, con 3,977 árboles/hectárea; el 29 % constituye la clase 10.1-25 cm, con 1988.5 árboles/hectárea, el 11% comprende la clase 25.1-40.0 cm, con 679.4, solo 2% constituye el arbolado mayor con 40.1-70.0cm, con 128.4 árboles/ha.

En el estado de Oaxaca la proporción de geoformas donde se ubican los bosques de mangle cambian en favor de las Marismas (34.5%) y Fluvial (65.5%) (Thom, 1967). Se registraron los siguientes tipos fisiográficos: Cuenca (20.9%), Periférico (30.7%), Borde (37.1%) y Ribereño (11.3%) (Pool et al., 1977); de ellos el 51.7% corresponden a bosques monoespecíficos, 26.4 % son dominantes y el 22.0 % son bosques mixtos. En la costa de esta entidad se registró una gran diferencia en la densidad de árboles entre las dos subregiones: Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec (PCIT) y la Planicie Costera del Pacífico (PCP).

En la primera, el 72% está constituido por arbolado juvenil-maduro y comprende las clases diamétricas 5.1-10 cm, con una densidad de 9835 árboles/ha; el resto del arbolado se ubicó en las clases 10.1-25.0 (22.9%) y >25 cm (5.1%), con 4,740 y 311 árboles. En la segunda subregión (PCP) la densidad del arbolado es mucho menor, el 67.5% se ubicó en la clase diamétrica 5.1-10 cm, con 2000 árboles/ha; 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 mayor a 25 cm, con 200 árboles, como se observa en la Figura 2.

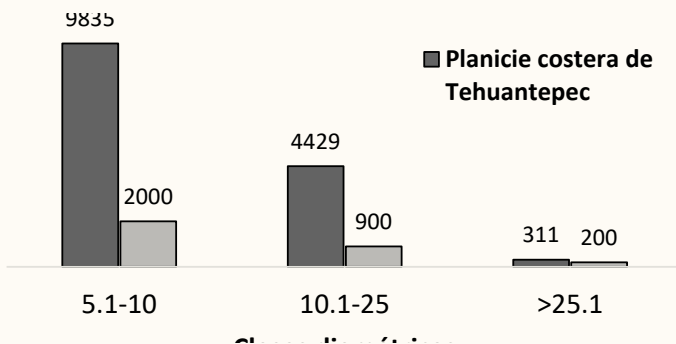


Figura 2. Densidad de árboles por hectárea y categoría diamétrica en la costa de Oaxaca, en las dos microrregiones: Planicie costera de Tehuantepec y Pacifico (PCT y PCP).

Parámetros Estructurales

- *Índice de Complejidad de Holdridge (ICH)*

Este índice registró cambios notables de 2005 a 2017 en la costa de ambas entidades, en el caso de Chiapas el ICH promedio fue de 23.08, pasando de un promedio de 14.6 en 2005-2006, incrementándose en los monitoreos posteriores hasta un promedio de 27.2 en 2013, (Tabla 1). En siete de los 12 bosques de mangle estudiados, se registraron los incrementos más importantes, siendo los rodales de Barra de San José-San Simón donde se encontraron valores de 37.7 y rodales de Cabildo-Amatal con valor de 34.1, el menor valor corresponde a L. Buena Vista-La Joya (9.8), (Tabla 2). En el litoral de Oaxaca el valor promedio de ICH fue mayor a Chiapas (30.3), registrando el valor más notable (35.5) en 2011-12, (Tabla 1), siendo los manglares del sistema Cacalotepec y Naranjos- Palma Sola donde este parámetro registro los valores más elevados (62, 61.4), (Tabla 2). A partir de 2011-2012, este índice ha venido a la baja esto probablemente se debe al deterioro que se ha observado en muchos de los bosques de mangle en esta entidad (Tabla 2).

De acuerdo a este Índice, los bosques de mangle mejor conservados, presentan los valores máximos y los menores corresponden a bosques alterados constituidos por rodales juveniles o bien donde solo existe asociación de una o dos especies de mangle. Ramírez (2011), registró valores máximos en Barra de Zacapulco, El Hueyate y Panzacola, los cuales varían desde 80, 90 y 94, valores menores han sido cuantificados dentro de la reserva La Encrucijada

por Landeros (2005), y Romero (2006). Valores semejantes se han registrado en manglares de otras entidades del Pacífico de México como Sinaloa (Pool et al., 1977), Baja California Sur (González 2002) y Colima (Jiménez y González 1996); así como en Colombia (Rodríguez-Ramírez et al., 2004; Orjuela-Rojas et al., 2011).

- *Altura total (AT)*

En los manglares de Chiapas se registró la mayor altura promedio (AT) para toda la región del Pacífico Sur de México con 15.03m (Tabla 1), valores notables de altura se han registrado en los sistemas lagunares de El Hueyate-Panzacola y Zacapulco-Castaño, (33.8 y 32.5m), con algunos árboles de hasta 40.5 m en estos manglares. Por el contrario, los valores más bajos de AT corresponden a los sistemas lagunares de Cabildo-Amatal y Mar Muerto, (12.3m y 8.6m) (Tabla 2). En los bosques de mangle de la costa de Oaxaca el valor promedio de AT fue de 12.6m, valor notable considerando la menor entrada de ríos y precipitación en la costa de esta entidad; los bosques más altos se registran en Manialtepec y Naranjos-Palma Sola, (18.8 y 18.1m), (Tabla 2). En el lado contrario, el arbolado de porte más bajo se registró en Mar Muerto y Laguna Superior e Inferior (7.3 m), (Tabla 2). Para Chiapas, Ramírez (2011) y Lan (2015), cuantificaron alturas promedio en El Hueyate y Panzacola (24.2 y 25.8 m), en el área mejor conservada de la Encrucijada; valores menores fueron cuantificados por Landeros (2005), en laguna de Chantuto un área impactada por obras de dragados. En otros manglares del Pacífico y Golfo de México se han registrado AT semejantes, como en el sur de Sinaloa (16.5m) (Pool et al., 1977); mientras que en laguna de Mecoacán Tabasco se han registrado AT de hasta 19.2m), (Tovilla et al., 2011a). Alturas menores del manglar se han observado en bosques de Oaxaca, Guerrero y Colima (Téllez y Valdez, 2012; Chan Keb et al., 2013; Carbajal y López, 2015).

- *Altura de Fuste (AF)*

La altura de fuste es un parámetro poco evaluado en los estudios de la vegetación de mangle (Dominguez-Dominguez et al., 2011; Chan Keb et al., 2013); por el contrario, es un buen indicador del bienestar de la vegetación. En los manglares de Chiapas la AF promedio fue de 8.75m (Tabla 1), a este valor contribuyen principalmente las especies de *R. mangle* y *L. racemosa*; desde el primer monitoreo en 2005-06, se registró un incremento en la AF (Tabla 1), la AF más notable existe en los sistemas El Hueyate-Panzacola, Zacapulco-Castaño y Carretas-Pereyra (16.5, 15.7 y 14.5 m); por el contrario, las AF menores se cuantificaron en Mar Muerto (1.4m). Para la costa de Oaxaca la AF

promedio fue de 7.4m (Tabla 1), observando los mejores bosques en Laguna de Manialtepec, Playa Guelaguichi-Cangrejo y Naranjos-Palma Sola con (15.2, 13.6 y 12.5m). Por el contrario, las AF menores están en Mar Muerto y Laguna Superior e Inferior (1.2 y 1.5m).

- *Área basal (AB)*

El área basal cuantifica el área en m² que ocupa el arbolado/hectárea y cuyo valor se incrementa en los bosques de juveniles a maduros y seniles (Tovilla y Romero, 2012). Al analizar el AB de los bosques de mangle en los sistemas lagunares de Chiapas, se registró un valor promedio de 25.54 m²/ha-1, (Tabla 1); los valores máximos corresponden a los sistemas de Cabildo-Amatal con 32.1 m²/ha-1, y El Hueyate-Panzacola con 31.4 m²/ha-1, (Tabla 2). Por el contrario, los mínimos se ubicaron en el sistema lagunar de Mar Muerto con 15.0 m²/ha-1. (Tabla 2). En la costa de Oaxaca el AB promedio en todos los sistemas lagunares registró un valor de 32.2 m²/ha-1, (Tabla 1), con los máximos en los sistemas: Naranjos-Palma Sola y Playa Guelaguichi-Cangrejo (66.7 y 49.3 m²/ha-1), los mínimos se cuantificaron con un mismo valor en Mar Muerto y Laguna Superior e inferior, Corralero y Chacahua-Pastoria-Palmarito (22.0 y 21.6 m²/ha-1) (Tabla 2).

Otros trabajos en Chiapas han calculado valores notables del AB en Pozuelos-Murillo con 222.3 y 138.3 m²/ha-1, en bosques maduros de *A. germinans* y *R. mangle*; mientras que en Cabildo-Amatal se han registrado hasta 172.6 m²/ha-1 en bosques seniles de *L. racemosa* (Romero, 2013). En la costa de Oaxaca valores mayores del AB, se deben a la gran cantidad de arbolado senil registrado en los bosques tipo borde de *L. racemosa* y *A. germinans* (Tovilla et al., 2011; Carbajal, 2010). En los estados de Guerrero y Colima en el Pacífico se han obtenido registros menores para este atributo con (19.1 y 20.3 m²/ha-1) (Téllez y Valdez, 2012 y Carbajal y López, 2015). En Yucatán y Tabasco los valores de AB son menores que en Chiapas con (23.6; 24.4; 29.8 m²/ha-1) (Zaldívar et al., 2004; Corella et al., 2001). En latitudes cercanas al ecuador, se ha observado una diversidad de valores en el AB, en los manglares de Cuba (56.3 m²/ha-1) (Menéndez y Guzmán, 2007); Costa Rica (26.35 m²/ha-1) (Manrow y Vilchiz, 2012), Brasil (31.1 m²/ha-1), (Silva et al., 2005).

- *Diámetro normalizado (DN)*

En los sistemas de manglares de Chiapas el valor promedio del DN fue de 11.37 cm, (Tabla 1), con los máximos en El Hueyate-Panzacola y Carretas-Pereyra (18.2 y 13.6 cm) y el mínimo en el sistema de Chocohuital con 7.80 cm (Tabla 2). En la costa de Oaxaca el promedio del DN, fue de 11.4 cm,

(Tabla 1), los valores más notables se midieron en Manialtepec y Playa Guelaguichi-Cangrejo (16.7 y 15.2 cm), (Tabla 2), al igual que en el parámetro anterior, los mínimos se presentan en El Ciruelo y Corralero con 8.1 y 7.9 cm, (Tabla 2).

Tabla 1.

Cambios en la estructura forestal de los bosques de mangle en el litoral de Chiapas y Oaxaca.

Chiapas	ICH	AT	AF	AB	DN	ASR	CD	MN	EF	Densidad
		m	m	m ² /ha-1	cm	cm	m ²	%	%	Ind./ha-1
2005-06	14.66	13.83	6.47	21.43	11.51	1.89	16.07	11.05	16.29	1879
2009-10	24.06	13.85	7.85	32.52	10.7	1.86	19.57	4.8	7.5	1969
2011	26.90	16.46	10.37	21.35	11.34	1.82	15.93	2.04	3.5	2001
2013	27.20	15.89	9.84	26.5	11.78	1.94	15.44	5.73	8.43	1921
2017	22.60	15.10	9.2	25.9	11.50	1.78	15.39	8.3	10.2	1920
Promedio	23.08	15.03	8.75	25.54	11.37	1.86	16.48	6.38	9.18	1938
Oaxaca										
2009-10	26.89	10.99	6.65	29.85	10.45	1.48	12.46	6.1	11	2816
2011-12	35.54	12.95	8.13	31.23	11.57	1.5	13.18	10.52	4.97	2924
2013	25.36	12.57	7.43	33.78	11.95	1.4	16.14	10.11	6.89	3353
2017	33.50	13.8	7.56	34	10.6	1.53	16.74	16.2	10.7	2992
Promedio	30.3	12.6	7.4	32.2	11.14	1.5	14.63	10.7	8.4	3021
Sistemas lagunares donde se ubican los bosques de mangle en la costa de Chiapas.										
1. El Gancho, 2. Pozuelos-Murillo, 3. Cabildo-Amatal, 4. Barra San José-San Simón, 5. El Hueyate-Panzacola, 6. Zacapulco-Castaño, 7. Pampa Honda-B. Pajón, 8. L. Carretas-Pereyra, 9. E. Chocohuital, 10. Conquista-Joaquín Amaro, 11. L. Buenavista-La Joya, 12. Mar Muerto. ICH: I. Complejidad Holdridge, AT (m): Altura total, AF/m: Altura de fuste, AB (m ² .ha): Área basal, Dap (cm), ASR (cm): Altura Sistema de raíz, CD (m ²): Cobertura de dosel, MN (%): Mortalidad natural, EF (%): Extracción forestal y Densidad (Ind/ha).										
Sistemas lagunares donde se ubican los bosques de mangle en la costa de Oaxaca.										
13. Laguna Mar Muerto, 13. Laguna Superior e Inferior, 14. Estero La Ventosa, 15. Playa Guelaguichi-Cangrejo, 16. Laguna Garrapatero, 17. La Colorada, 18. La Grande, 19. El Rosario, 20. La Salina, 21. El Tomatal, 22. Naranjos-Palma Sola, 23. Manialtepec, 24. Cacaltepec, 25. Pastoría-Chacahua-Palmarito, 26. Corralero 27. El Ciruelo 28. Llano Grande 29. La Tuza 30. La Ventanilla 31. Miniyua.										

Tabla 2.

Parámetros de estructura forestal 2017-2018 de los bosques de mangle en el litoral de Chiapas y Oaxaca.

No.	Sistemas Lagunares	AB	DN	AT	Densidad	ICH	Plántulas	MN	EF
		No.	cm	m	individuos ha-1		individuos ha-1	%	%
1	EL Gancho	27.7	9.5	12.3	1,907	18.8	90,000	6.6	25.3
2	Pozuelos-Murillo	25.2	9.8	12.4	2,490	23.1	68,500	3.1	15.0
3	Cabildo-Amatal	32.1	12.9	14.5	1,958	34.1	140,000	2.1	0.3
4	Barra San José-San Simón	26.7	11.1	16.2	1,945	37.7	88,400	5.3	0.3
5	El Hueyate-Panzacola	31.4	18.2	21.4	1,380	22.0	128,286	5.8	5.0
6	Zacapulco-Castaño	28.3	10.5	16.8	2,032	33.8	138,909	5.8	3.7
7	Pampa Honda-B. Pajón	30.8	10.4	12.3	2,656	23.6	242,000	3.6	9.1
8	L. Carretas-Pereyra	22.2	13.6	18.0	1,377	12.0	138,769	4.3	1.5
9	E. Chocohuital	26.2	7.8	16.2	3,000	23.4	259,000	15.3	35.3
10	Conquista-Joaquín Amaro	24.2	12.7	17.6	1,663	22.5	65,250	9.5	4.2
11	L. Buenavista-La Joya	20.8	12.5	14.3	1,250	9.8	50,000	6.0	0.0
12	Mar Muerto	15.0	9.1	8.6	1,385	10.2	59,000	32.7	12.9
13	Mar Muerto y Laguna Superior e Inferior	22.0	9.7	7.3	2466	13.0	88,667	10.8	17.5
14	Estero La Ventosa	37.8	13.9	14.6	1625	24.9	26,000	3.2	6.1
15	Playa Guelaguichi-Cangrejo	49.3	15.2	17.6	1767	26.3	16,000	6.9	7.6
16	Garrapatero	41.4	9.9	13.1	2919	51.2	72,000	9.7	8

....

.....

No.	Sistemas Lagunares	AB	DN	AT	Densidad	ICH	Plántulas	MN	EF
		No.	cm	m	individuos ha-1		individuos ha-1	%	%
17	La Colorada	27.4	9.0	14.5	3658	35.6	55,333	40.8	4.5
18	La Grande	32.8	10.1	15.5	2708	18.4	5,000	18.2	1.6
19	El Rosario	26.9	8.8	14.1	2879	38.6	88,000	8.8	13.6
20	La Salina	32.3	8.7	13.4	3513	36.5	35,500	21.8	6.4
21	El Tomatal	32.8	8.7	13.3	3643	32.9	4,000	14.3	11
22	Naranjos-Palma Sola	66.7	11.3	18.1	4542	61.4	0	23.3	6.9
23	Manialtepec	34.9	16.7	18.8	1534	19.3	50,000	25.5	7
24	Cacalotepec	31.6	10.0	15.0	3000	62.0	40,000	26.6	11.4
25	Chacahua-Pastoria-Palmarito	21.6	9.5	11.2	2838	36.3	58,111	20.8	12.9
26	Corralero	22.0	7.9	11.0	3907	24.2	176,636	8.7	14.3
27	El Ciruelo	22.7	8.1	9.5	3538	19.2	53,000	6.1	29.0
28	Llano Grande	32.7	9.5	14.1	3338	29.6	52,000	21.0	10.4
29	La Tuza	42.7	13.9	14.3	2990	40.8	14,000	9.0	13.4

En la costa de Chiapas, Lan (2015), cuantificó en Barra de San José-San Simón valores promedio de 18.2 cm de DN en rodales maduros de *R. mangle* y *L. racemosa*; Morales (2010) registraron valores semejantes en bosques maduros de *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa* con (13.8, 15.9 y 12.8 cm) en Barra de Zacapulco-El Castaño (14.2; 16.2 cm); valores semejantes encontró Romero (2013) en los manglares de El Gancho y Pozuelos-Murillo. Por el contrario, DN mayores se han encontrado en bosques seniles de *A. germinans* (43-26 cm), *R. mangle* (34.3-20.1 cm) y *L. racemosa* (33.2-19.0) en los manglares de los sistemas El Carmen, Machona y Mecoacán en Tabasco (Corella et al., 2001). Valores menores a 10.0 cm de DN se han registrado en Oaxaca y Guerrero (Serrano 2014; Carbajal y López 2015); mientras que valores menores a 5.0 cm se han registrado en algunos rodales de Colima y Yucatán México (Jiménez y González, 1996; Zaldívar et al., 2004).

- *Altura del Sistema de Raíces (ASR)*

Este parámetro fue estimado solamente para *R. mangle*, existen pocas estimaciones en la literatura sobre este parámetro (Serrano 2014; Carbajal y López 2015); es un parámetro importante debido a la enorme biomasa que representa en los bosques. En los rodales de Chiapas fue donde se encontraron las mayores alturas; la ASR promedio fue de 1.9m; los valores en los manglares son homogéneos en los bosques mejor conservados, como en El Hueyate-Panzacola y Zacapulco-Castaño (3.3 y 3.1m); por el contrario, los rodales de *R. mangle* de Buenavista-La Joya y Mar Muerto registraron las alturas menores (1.1 y 1.3m). En el caso de los rodales en el litoral de Oaxaca, la ASR promedio fue de 1.5m, Manialtepec y La Ventanilla registraron los valores más importantes con: 2.6 y 2.4m; por el contrario, en Mar Muerto y Laguna Superior e inferior fue donde se cuantificaron los valores mínimos (0.88 y 0.94m). Otros registros existen para los estados de Tabasco y Guerrero en México (1.78, 1.66 m) (Tovilla et al., 2011a y Tovilla, 1998).

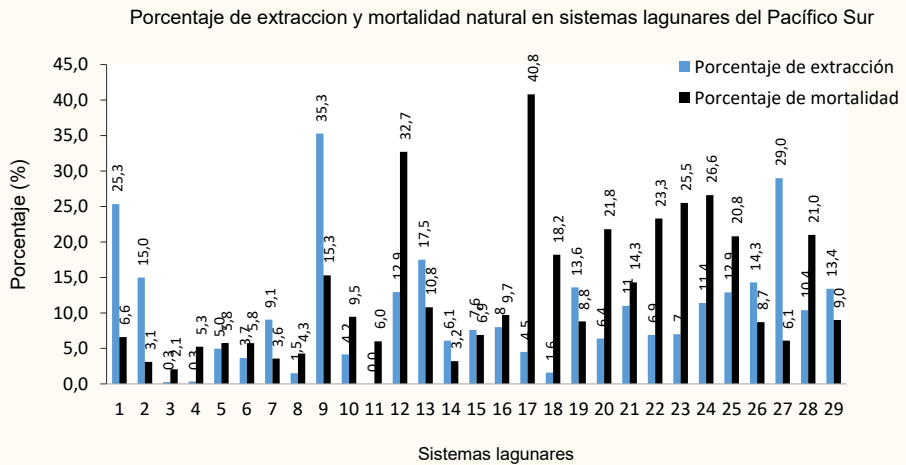
- *Cobertura del Dosel (CD)*

Este parámetro es un buen indicador del estado de salud en los bosques, en los rodales del Pacífico Sur de México la CD promedio varió de 16.48 m² en Chiapas a 14.63m², en Oaxaca, (Tabla 1). En la primera entidad la mayor CD se registró en 2009-2010 con 19.57, a partir de allí ha venido disminuyendo hasta situarse en 15.39 m² en el último estudio; por el contrario, este parámetro en Oaxaca se ha incrementado de 12.46 a 16.74 m² en el último estudio, esto puede deberse a un incremento en la extracción forestal. Valores mayores (18.56) y más bajos (12.11) han sido cuantificados en Tabasco y Guerrero en México (Tovilla et al., 2011a y Carbajal y López, 2015).

- *Mortalidad Natural (MN)*

La mortalidad natural en los bosques constituye un factor regulador y a la vez permite la renovación de la vegetación de manglar (Tovilla, Romero, 2012). El porcentaje promedio de MN en Chiapas en los últimos 12 años fue de 6.38%, (Tabla 1), con máximos en los sistemas de Mar Muerto y Chochuital (32.7 y 15.3%), observado en el año de 2017 (Tabla 2, Figura 3); mientras que porcentajes menores corresponden a Pozuelos-Murillo y Cabildo-Amatal (3.1 y 2.1%), (Tabla 2, Figura 3). En la costa de Oaxaca el porcentaje promedio fue de 10.7% (Tabla 1), con valores elevados de mortalidad de árboles en 2017 en La Colorada y Cacalotepec (40.8, 26.6%) (Tabla 2), por el contrario, los valores más bajos se registraron en El Ciruelo y Estero La

Ventosa (6.1 y 3.2%), (Tabla 2, Figura 3). Tanto en Chiapas como en Oaxaca, se ha observado una tendencia al incremento en la MN durante los últimos años, probablemente debido a la presencia de años muy secos como sucedió entre 2013-2015; así como al uso excesivo del agua dulce por la agricultura en las áreas aledañas a los manglares. Para la costa del Estado de Tabasco Tovilla et al. (2011a) registraron valores muy diversos de MN en los manglares, siendo los rodales juveniles explotados de *L. racemosa* donde la MN fue mayor con 11.6%; mientras que en *A. germinans* y *R. mangle* fue menor (4.1 y 2.6%).



Figuras 3. Porcentaje de mortalidad natural y extracción de madera en los bosques de mangle a lo largo del litoral de Chiapas y Oaxaca.

- **Extracción Forestal (EF)**

Aun cuando en México los manglares no son explotados con fines comerciales, existe una extracción creciente en todas las comunidades costeras. La EF de madera de mangle se registró en todos bosques de este litoral. La EF promedio en los rodales de Chiapas fue de 9.18% (Tabla 1), con porcentajes máximos en 2017 en los rodales de Chocohuital y El Gancho (35.3 y 25.3%), porcentajes mínimos se han cuantificado en Barra de San José-San Simón y Cabildo-Amatal, (0.3% en ambos) (Tabla 2, figura 3); desafortunadamente en los últimos seis años se ha observado un incremento creciente de extracción de madera en todos los manglares, como se observó

durante el último monitoreo, incluso aun dentro de las ANP. Para el litoral de Oaxaca el promedio de extracción se sitúa en 8.4%, (Tabla 1), con máximos en El Ciruelo y Mar Muerto y Laguna Superior e Inferior (29 y 17.5%), y la EF mínima en laguna La Colorada y La Grande (4.5% y 1.6%), (Tabla 2, Figura 3); Sin embargo, al igual que en la otra entidad en los últimos años se ha incrementado notablemente la extracción de madera, principalmente en la Pastoría-Chacahua-Palmarito y Corralero, sitios que antiguamente presentaban valores bajos.

Hasta un 95% de la EF se realiza como madera rolliza: varas, vigas, polines, horcones, tablones y tablas, la fracción restante se utiliza como leña, existen pocos estudios, como se ha demostrado en los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Tabasco México (Tovilla, 1998; 2013; Tovilla y Romero, 2012. Lan, 2015). La mayor EF se observó en las áreas aledañas a las comunidades; y se incrementa en la medida que la población crece, como sucede en las comunidades de Brisas del Mar-La Cigüeña, La Palma y Barra de Zacapulco en los municipios de Suchiate, Tapachula y Acapetahua, en el Pacífico sur de México, donde se ha cuantificado el consumo de leña a lo largo del año, el cual puede variar de 3.0-9.5 kg por día/familia; aun cuando algunas familias utilizan gas (Pulido y Tovilla, 2002; Morales, 2010). Tovilla et al. (2011a) registraron tasas de EF más altas (49%) en Laguna de Mecoacán en Tabasco, en rodales de *L. racemosa* sujetos a extracción autorizada, como puntales y polines para la construcción de casa-habitación.

- *Densidad (D)*

La densidad promedio en los bosques de manglar de Chiapas se sitúa en 1938 individuos/ha (Tabla 1), registrando las mayores densidades de árboles de mangle en los sistemas de Chocohuital con 3000 individuos/ha y Pampa Honda y Barrita de Pajón con 2656 individuos/ha, (Tabla 2), mientras que las menores densidades se registraron en los rodales: Mar Muerto y L. Buena Vista-La Joya (1385 y 1250 individuos/ha), (Tabla 2). En la costa de Oaxaca la densidad promedio fue mayor con 3021 individuos/ha, (Tabla 1), con los máximos en los sistemas lagunares de Naranjos-Palma Sola y Corralero, (4542, 3907, individuos/ha), (Tabla 2); las menores densidades, se registraron en los sistemas de Estero La Ventosa y Manialtepec (1625 y 1534 individuos/ha, (Tabla 2). En otros sitios, los estudios indican densidades menores en Laguna de Mecoacán en Tabasco México con 2,645 ind/ha (Tovilla et al., 2011a). Valores menores existen en Bahía Magdalena (1656 árboles/ha) en Baja California Sur y Celestum (1589 ind/ha) en el estado de Yucatán, México (Rodríguez-Zúñiga, 2000).

- *Regeneración natural (RN)*

La regeneración permite la permanencia de los bosques en el tiempo. En la costa de Oaxaca, existen sistemas lagunares con nula o escasa RN en el sotobosque, como sucede en Los Naranjos-Palma Sola sin RN, o El Tomatal con 4,000 plántulas/ha-1 y el sistema lagunar La Grande con 5000 plántulas/ha-1, (Tabla 2). La mayor densidad de plántulas en los rodales de Oaxaca se registró en Corralero con 176, 636 plántulas/ha-1 (Tabla 2), en Chiapas la mayor densidad de plantas se observó en Chocohuital y Pampa Honda-Barrita de Pajón (259, 000 y 242, 000 plántulas/ha-1), en todos los sistemas lagunares de Chiapas se registró regeneración de todas las especies de mangle; muy abundante en lluvias e incluso durante la época de secas.

La regeneración dentro de las ANP fue más baja en Oaxaca, en El Parque Nacional Lagunas de Chacahua con 50,086 plántulas/ha, en comparación con la Reserva La Encrucijada con 122,702. En Oaxaca el secuestro del agua dulce está limitando ampliamente la regeneración de plántulas en los bosques y ha provocado una situación muy crítica en la época de secas desde Mar Muerto hasta Puerto Escondido, en Oaxaca (Tovilla-Romero, 2012).

Uso del territorio, realidades y alternativas para la conservación de los humedales en el litoral del Pacífico Sur de México

En el litoral del Pacífico Sur de México, la superficie de manglar con un grado de impacto severo a moderado sigue creciendo. 12 actividades antrópicas y naturales están provocando estas pérdidas: 1) El mal manejo de las cuencas, 2) Azolvamiento y dragados de lagunas costeras, 3) La rectificación de los ríos, 4) Expansión de la agricultura, 5) Expansión de la ganadería, 6) Huracanes, 7) Establecimiento de salineras, 8) Urbanización y desarrollos turísticos, 9) Extracción de madera y leña de mangle y 10) Establecimiento de granjas camarónicas (Figura 4). Otras actividades han provocado daños puntuales en los manglares como es la construcción de vías de comunicación y tendidos eléctricos, introducción de aguas residuales y agroquímicos (Romero, 2013; Carbajal, 2014; Santamaría, 2014; Gálvez 2017; Gómez, 2018). Con excepción de los huracanes, la mayoría de estas actividades son de origen antrópico y hasta en un 80% de los casos, el agente que tomó la decisión de realizar la obra y financiarlas fueron instituciones del gobierno federal, como: La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), La Comisión de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y La Secretaría de Turismo (SECTUR) entre otras; así mismo han participado instituciones estatales como:

Los Gobiernos de los Estados de Chiapas y Oaxaca, los municipios, las comunidades, las cooperativas pesqueras, los campesinos y particulares. Durante la última década las evaluaciones en campo, indican una pérdida en todos los manglares de ambos estados. En Chiapas los tres municipios con mayores pérdidas de áreas de manglar son: Pijijiapán, con 1183 ha, Tonalá y Arriaga con 1067 y 630 has; siendo en los dos primeros donde no existe protección; mientras en Oaxaca los municipios son: Pinotepa Nacional 865 has, Tututepec 770, San Pedro Mixtepec 345, Tehuantepec 190, Juchitán 760 y la zona de Mar Muerto 890 has (Tovilla y Romero, 2012; Tovilla et al., 2011; 2013) (Figura 4).

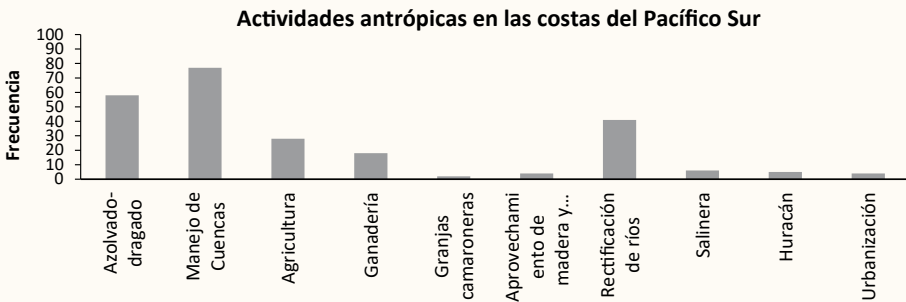


Figura 4. Principales actividades que están eliminando a la vegetación de manglar en la costa de Chiapas y Oaxaca.

El mal manejo de las microcuencas y la zona costera son los ejes que han acelerado la pérdida y degradación de los humedales costeros en su conjunto (Mojica et al., 2018). En los últimos 20 años la pérdida de manglar ocasionado por las actividades antrópicas y naturales, han provocado que de 1995 a 2015, se hayan perdido unas 3,997.7 has., en ambas entidades. De acuerdo a Valde-rrama-Landeros, et. al., (2017) actualmente en Chiapas existen 46,804 has, de mangle distribuidas de manera desigual en la costa, siendo los municipios de Acapetahua, Pijijiapán y Tonalá donde esta vegetación es más extensa, pero es donde más se ha perdido. Sin embargo, esta cifra es engañosa, debido a que se ha calculado que existen 11,105 has., de manglar severamente perturbado en ambas entidades (Tovilla 2006; Romero 2013 y Santamaría 2014), donde la extracción de madera es >20%, además está fuertemente afectado por otras actividades antrópicas, estos bosques en la siguiente década habrán desaparecido. Existen otras 10,138 has., con una perturbación menor, los cuales en los siguientes años se agregarían a las anteriores (Romero 2013 y Santamaría 2014). Solo en 19,813 has, el manglar se considera conservado, de esta

cantidad 17,380 has están dentro de la Reserva de Biosfera La Encrucijada y El Parque Nacional Lagunas de Chacahua. Esta herramienta ha resultado de mucha utilidad para la protección del manglar. 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 ANP existen 15,789 has de mangle que carecen de protección, en las dos entidades (Rodríguez et al., 2013).

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. En la región hidrológica de la costa de Chiapas el 61% de la superficie es ocupada por agricultura, pastizal inducido y cultivado, mientras que, la vegetación secundaria ocupa grandes superficies en las regiones hidrológicas de Tehuantepec (49%), costa de Oaxaca (46%), Costa Chica de Guerrero (50%), en relación a ecosistemas de bosques, selvas y humedales, en donde se incluyen los manglares, popales y tulares (INEGI, 2015). (Figura 5).

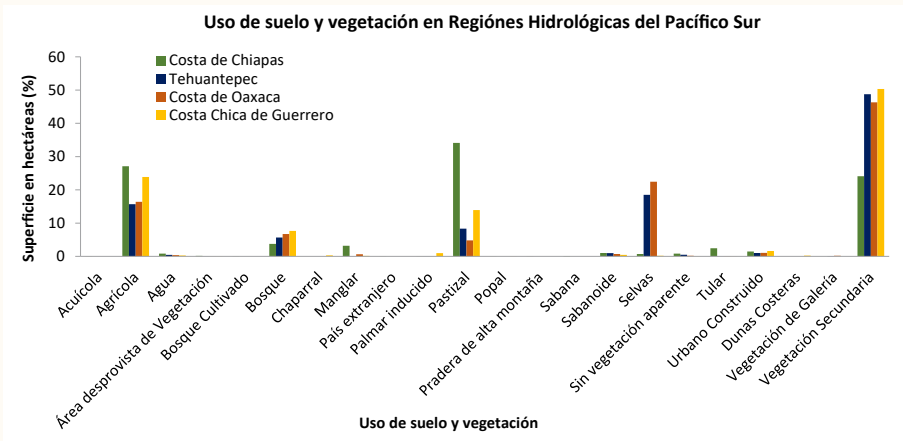


Figura 5. Uso del suelo y vegetación en las Regiones Hidrológicas del Pacífico Sur de México.

Hacia el exterior de los bosques de mangle, al analizar las clases de uso del suelo y vegetación, (CONABIO, (29/02/2016), se observa que las PMP de mangle, en un área de influencia de 0.05 km a la redonda (tabla 3), son principalmente afectadas directa o indirectamente por la presencia de clases de desarrollo antrópico, agrícola-pecuario y otra vegetación, lo cual se ve reflejado en algunos de los atributos estructurales. El AB en los manglares registra una disminución importante en relación al promedio del sistema lagunar co-

mo ha sucedido en los últimos 10 años, o bien valores mínimos en Densidad, DN, y AT, esto es más notable en los rodales con asociaciones de *C. erectus* y *A. germinans*, estas perturbaciones son frecuentes, al ser especies que se desarrollan en el exterior de los estuarios y lagunas, conformando bosques de mangle tipo cuenca o periféricos, que mientras más se ubican hacia el exterior del manglar, soportan más presión por el avance de las fronteras agrícolas y pecuarias (Tabla 3). Tovilla y Romero (2012), registraron en la costa de Chiapas y Oaxaca los rodales mejor conservados, dentro de la zona núcleo de la Reserva La Encrucijada y El Parque Nacional Lagunas de Chacahua, estos bosques están constituidos por arbolado maduro, donde algunos árboles de *R. mangle* alcanzaron más de 70cm de DN y hasta 69 m²/ha-1 de AB. Por el contrario, en los sitios con mayor estrés ambiental y deterioro, se registraron los DN, AB, y AT menores (8.9 cm DN, 9.4 m²/ha-1 y 5.9 cm).

Tabla 3.

Parcelas de Monitoreo Permanente y clases de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares del Pacífico Sur de México.

Sistema Lagunar	Asociación especies	Área basal (m ² ha-1)	Densidad (árboles ha-1)	Pro-medio DN (cm)	Pro-medio Altura (m)	Plán-tulas (ha-1)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
El Gancho	Lr/Rm	20.30	2775	7.67	9.9	70,000	0	1	1	0	1	0	0	0	0
	Rm	21.48	1650	8.31	15.6	70,000	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	Ce	18.56	1400	10.42	8.9	92,000	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pozuelos-Murillo	Ce	12.38	2350	7.45	9.8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Ag	35.09	1375	12.50	12.9	42,000	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Cabildo-Amatal	Rm/Lr/Va	12.12	1750	6.83	9.0	144,000	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Barra San José-San Simón	Rm/Lr	19.43	1225	12.70	17.3	46,000	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Sistemas lagunares en la Reserva La Encrucijada	Lr/Rm/Ag	15.82	1750	8.39	9.1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	Ag/Ce	25.35	1800	9.40	9.6	110,000	1	0	1	0	1	0	0	0	0
	Ce/Lr	30.44	2000	12.19	12.2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Pampa Honda-B. Pajón	Lr/Rm	12.91	775	12.93	11.3	110,000	0	1	0	0	1	0	0	0	0

.....

.....

Sistema Lagunar	Asociación especies	Área basal (m ² ha-1)	Densidad (árboles ha-1)	Pro-medio DN (cm)	Pro-medio Altura (m)	Plán-tulas (ha-1)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Joaquín Amaro	Ag/Rm/Lr	20.91	1750	10.77	14.7	134,000	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	Rm/Ag	21.54	800	16.70	22.6	64,000	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Chocohuital	Rm/Ag	31.22	2375	9.12	19.4	254,000	1	0	0	0	1	0	0	0	0
L. Buenavista-La Joya	Ag	14.49	900	12.78	11.7	24000	0	1	0	0	1	0	1	0	0
Mar Muerto	Ag/Ce	16.85	1150	10.50	4.3	34000	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Estero La Ventosa	Ag/Ce	34.07	2175	10.9	9.77	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Playa Guelagichi-Cangrejo	Ce	39.28	750	18.1	30.0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Chacahua-Pastoría-Palmarito	Ce/Ag	0.55	625	3.2	2.8	20,000	0	1	0	0	1	0	1	0	0
	Ag	3.22	450	8.5	8.5	142,000	0	1	0	0	1	0	1	0	0
	Ag/Rm/Lr	29.26	2025	9.9	10.8	200,00	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Corralero	Lr/Ag/Rm	12.67	5875	5.1	9.2	700,00	0	1	1	0	1	0	0	0	0
	Lr/Ag/Ce	19.46	9925	4.8	7.6	246,000	0	1	1	0	1	0	0	1	1
	Lr/Ce/Rm	19.83	5275	6	7.9	436,000	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	Rm/Lr	20.04	1375	11.8	10.7	60,000	1	0	1	0	1	0	0	1	0
	Ag/Lr/Ce/Rm	22.23	6950	5.8	8.0	342,000	0	1	0	0	1	0	0	1	0
	Rm	22.58	1525	12.8	13.3	148,000	0	1	0	0	1	0	0	1	0
El Ciruelo	Lr/Ag/Ce	24.21	3725	8.2	9	48,000	0	1	0	0	0	0	0	1	0

Región Pacífico Sur (2015). C1 = Desarrollo antrópico; C2 = Agrícola-Pecuaria; C3 = Otra vegetación; C4 = Sin vegetación; C5 = Manglar; C6 = Manglar Perturbado; C7 = Otros humedales; C8 = Cuerpo de Agua; C9 = Otros, (CONABIO, 2016)

En la costa de Chiapas y Oaxaca hasta un 76 y 11% de los bosques de mangle se encuentran en alguna categoría de protección; sin embargo, existen factores que generan presión antrópica y natural en todos los sistemas lagunares. Originado por el mal uso de las microcuencas, al uso excesivo del agua dulce por la agricultura, la deforestación-erosión, el avance de la frontera ganadera, los principales afluentes de agua dulce que llegan a las lagunas en la actualidad se han ido sobreexplotando y agotando.

Actualmente existe un gran arrastre de sedimentos, 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 El Hueyate-El Castaño-Cerritos, Pastoría, Cacalote, Corralero y La Salina (Restrepo, 2005; Carbajal, 2014; Gálvez 2017; Gómez, 2018).

El uso excesivo del agua de los ríos por la agricultura y la rectificación de los mismos, está provocando una fuerte modificación en la estructura de los humedales costeros en su conjunto y en especial en los manglares, que consiste en la sustitución de bosques por rodales arbustivos (Tovilla et al., 2007; Carbajal 2014; Gálvez, 2017; Gómez, 2018). Las actividades como la agricultura, ganadería, canalización de ríos, dragados, incendios, descarga de aguas residuales, realizado fuera y al interior de estos bosques han amenazado seriamente los manglares de esta región (Restrepo 2005; Carbajal 2014; Gálvez 2017; Gómez 2018). La construcción de caminos, embarcaderos y tendidos eléctricos han provocado grandes claros y disturbios en la periferia de muchos manglares como: Zacapulco-El Castaño, Chantuto, Joaquín-Amaro, Mar Muerto, Laguna Superior y Estero La Ventosa.

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 el estado de Oaxaca, en los sistemas lagunares de Estero la Ventosa, Manialtepec y Corralero; por otro lado, el establecimiento de salineras ha dejado huella en las lagunas de La Salina, Salina del Márquez y La Colorada. En el mismo estado, recientemente debido al paso de los huracanes “Paulina”, “Carlota” y “Manuel” en 1997, 2012 y 2014, se han perdido importantes áreas de manglar (136.8has) en los sistemas lagunares La Salina, Ventanilla, Tomatal y Manialtepec, (Figura 4). Así mismo, en los sistemas lagunares de Chantuto-Panzacola, La Joya-Buenavista, 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 es notable en las lagunas de Manialtepec, Estero La Ventosa y Corralero. Estas actividades modifican y deterioran este ecosistema

en forma creciente y afectan la composición de especies, estructura y funcionamiento del sistema.

Situaciones similares se registran en Guanabara Bay, Brasil, donde los manglares han sido destruidos y modificados gradualmente, siendo los principales procesos responsables de la degradación, distintos tipos de rellenos sanitarios, expansión urbana, rectificación, alteración del curso y canalización de ríos y canales, descarga de aguas residuales domésticas e industriales, instalación de refinerías, actividad portuaria, pesca depredadora, cosecha depredadora del cangrejo y basura de diferentes fuentes (Calvacanti et al., 2009).

Esfuerzos para la recuperación del manglar en este litoral

En los últimos 20 años, diversas instituciones como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (CONANP), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), ONG'S y Cooperativas pesqueras, en tiempos y sitios diversos han aportado recursos y esfuerzos para recuperar el manglar en este litoral; algunos proyectos han sido exitosos, la mayoría un fracaso. A partir del año 2000 hasta el presente, la CONANP y CONAFOR con el apoyo de las comunidades de pescadores han llevado a cabo proyectos en El Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Corralero y Mar Muerto en Oaxaca y en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Buenavista-La Joya y Mar Muerto han logrado recuperar exitosamente unas 25 has de mangle en estos sistemas. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) en los últimos 18 años ha realizado labores de restauración del manglar con la participación de las comunidades y estudiantes, en algunos sitios de La Encrucijada y la costa Sur de Guatemala, logrando en este tiempo recuperar unas 85 has, en sitios deforestados, azolvados y dragados, utilizando las técnicas de siembra directa, dispersión de propágulos y plantas generadas en viveros con las cuatro especies de mangle. Las tres instituciones inicialmente mencionadas y los gobiernos estatales de 2000 a 2018, posterior al paso de los huracanes, han apoyado con recursos económicos cuantiosos a diversas comunidades para el establecimiento de viveros de mangle y la reforestación directa; desafortunadamente la falta de supervisión en campo, la rendición oportuna de cuentas o bien por la mala elección de sitios y especies para reforestar, han hecho fracasar estos proyectos. Algunas ONG'S como Pronatura entre 2012 y 2018 han invertido esfuerzos en estas actividades en las dos entidades con la participación de las cooperativas, para reforestar por el método de dispersión de propágulos de *R. mangle*, áreas salinizadas, tulares y pantanos de agua dulce, proyectos con resultados parciales y limitados, que no han alcanzado las metas propuestas.

Conclusiones

La problemática que enfrentan los bosques de mangle en todo el litoral del Pacífico Sur de México 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 en las dos entidades. Se debe diseñar un programa estatal permanente, con metas anuales, por trienio y sexenales para restaurar, proteger y conservar las microcuencas, la zona costera y marina en su conjunto. 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 bajo el liderazgo de un consorcio de instituciones académicas-investigación, por ejemplo, la Universidad del Mar, la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, la Universidad Autónoma de Oaxaca, el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP), el Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), nutrirse con experiencias de otras instituciones nacionales y del extranjero. Es necesario asumir en conjunto el esquema de Coordinación-Cooperación de Esfuerzos y Recursos humanos y económicos, entre todas las instituciones participantes y los tomadores de decisiones de las instituciones de los tres niveles de gobierno, particulares y socios del exterior, 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 el mal manejo de las cuencas y la zona costera como La Comisión Nacional del Agua (CNA), Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, (SADER), Fomento Nacional al Turismo (FONATUR); con la participación a nivel estatal de la Coordinación General del Comité Estatal de Planeación Para El Desarrollo (COPLADE) de ambas entidades.

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 (1 a 3 años), mediano (5-6 años) y largo plazo (24-30 años), que trascienda más allá de los periodos de cambios de gobierno a nivel nacional. El MIC, permitiría detener y recuperar el deterioro que presentan las 19 microcuencas más afectadas por deforestación, erosión,

rectificación de cauces, desvío y contaminación desde la parte alta hasta la zona marina, en una superficie de 1,000,000 hectáreas en ambas entidades.

En el litoral de Chiapas, por medio del MIZC se pueden recuperar los humedales costeros (de agua dulce y vegetación rarápía), lagunas, esteros, estuarios, bocabarras, dunas, playas y la zona marina inmediata. Focos rojos serían los humedales: Mar Muerto, La Joya-Buenavista, La Conquista-Joaquín Amaro, Carretas-Pereyra, Agostaderos de Pijijiapán, Salvación-La Cantileña, Laguna Cabildos-Amatal y El Gancho-Murillo, en superficie de 500,000 hectáreas de humedales y cuerpos de agua seriamente dañados por las actividades productivas y de desarrollo.

Prioridad inicial serían 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 municipios costeros. Es imperativo detener y reorientar el avance de las plantaciones de mango, caña de azúcar y palma africana sobre los pantanos y manglares en cuatro municipios: Huixtla, Villa Comaltitlán, Acapetahua y Mapastepec; así como las modificaciones realizadas por la CNA del flujo de agua en la parte media y baja de los ríos.

En Oaxaca, al adoptar la metodología del Manejo Integral de Cuencas (MIC) vs. Manejo Integral de Zona Costera (MIZC), será necesario gestionar cambios trascendentales en las políticas públicas, así como un cambio en el paradigma de toma de decisiones sobre la producción-desarrollo, desde el nivel municipal, considerando para la restauración de los humedales costeros el principio de “Caudal Ecológico” y “La Conectividad” en todos los ríos y humedales costeros. El MIC, permitiría detener y recuperar el deterioro que presentan todas las microcuencas en la parte media, afectadas por la construcción de represas, deforestación, erosión, rectificación de cauces, desvío y contaminación, en los ríos: Río Verde, Grande, Tonameca, Tehuantepec y Ostuta, microcuencas que alimentan hasta un 75% de los humedales y manglares de Oaxaca, en una superficie de unas 320,000 hectáreas de áreas riparias sobre la planicie costera.

Por medio del MIZC se deben de recuperar los humedales costeros: lagunas, esteros, estuarios, bocabarras, dunas, playas, bahías y la zona marina inmediata. Humedales prioritarios para la restauración inicial serían los humedales: Río Verde-El Azufre-Palmarito-Chacahua, Río Grande-Cerro Hermoso, Manialtepec, La Vainilla-Tonameca- La Ventanilla y Bajos de Coyula donde actualmente se han perdido unas 90,000 hectáreas de humedales y cuerpos de agua desaparecidos o seriamente dañados. Prioridad inicial

sería la recuperación de las 1533 has de manglares, perdidas en los últimos 20 años, así como detener y recuperar la totalidad de otras 5,800 has., de manglar que padecen un disturbio grave en los sistemas lagunares de Corralero, Chacahua-Pastoría-Palmarito, Manialtepec, La Salina, Garrapatero, Laguna Superior y Mar Muerto; incluso 235 has., de manglares arrasadas por el paso de los huracanes “Carlota”, “Manuel” y “Bárbara” en 2012, 2013 y 2014. Es muy importante administrar el agua de los ríos, bajo el esquema de “Caudal Ecológico-Conectividad”, como ejemplo, el caso 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 CONANP en contra de la férrea oposición de la CONAGUA; incluso restaurar los desvíos y flujos de arroyos obstruidos por obras del distrito de riego, y limitar los dragados y llevar cuando sea posible los sedimentos obtenidos hasta el mar.

Desafortunadamente actualmente los mares, océanos y las zonas costeras de México no aparecen contempladas en las propuestas de estrategia y/o políticas públicas de ninguna plataforma a la Presidencia de la República, a pesar de que estos valiosos ecosistemas brindan bienes y servicios para múltiples sectores sociales. También son diversos los retos que confrontan estas diversas regiones. El mal manejo de las cuencas y zona costero-marino por las actividades antrópicas, degradan estos hábitats y limitan el acceso a lugares de recreo y las oportunidades de desarrollo de las actividades comerciales. Del mismo modo amenazan la salud pública y la seguridad de la población costera (CIIMAR-GOMC, 2018).

Agradecimientos

Se agradece a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO por el financiamiento del proyecto FN005 denominado: “Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar en la costa de Chiapas y Oaxaca, México”, así como también la participación de las cooperativas pesqueras del litoral del estado de Chiapas y Oaxaca, por su gran apoyo y participación para llevar a cabo el monitoreo de los manglares en esta región.

Referencias

- Cavalcanti V. F., Soares, M. L. G., Estrada G. C. D. & Chaves, F. O. (2009). Evaluating mangrove conservation through the analysis of forest structure data. *Journal of Coastal Research*. Special Issue No. 56. Proceedings of the 10th International Coastal Symposium ICS 2009, Vol. I (2009), pp. 390-394.

- Carbajal, E. (2010). Estructura, composición y modificación antrópica en los manglares del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca, México. (Tesis de licenciatura). Unidad Académica en Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, México.
- Carbajal, E. (2014). Impacto del azolvamiento en Laguna Cerritos a partir de la canalización del Río Cintalapa. (Tesis de Maestría). El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, México.
- Carbajal-Evaristo, S. & López, A. S. (2015). Inventario y monitoreo del estado actual de los Bosques de Mangle de Guerrero: Primer Informe. Chilpancingo, México: Pro Manglares Asociación Civil, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Chan Keb, C. A., Linares, F., G., Agraz H., C. M., Valera P., M. A., Pérez A., R. & 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. 2013, 27-34.*
- Chapman, H. D. & Parker, F. P. (1984). Métodos para análisis de suelos, plantas y agua. México: Editorial trilla.
- Consortio de instituciones de Investigación del Golfo de México y El Caribe CIIMAR-GOMC (2018). Orientación de Estrategias de Política Pública para la Conservación y Uso Sustentable de los Océanos, Mares y Costas de México, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa Tabasco, México.
- Cintrón, G. & 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.
- Cintrón, G. & Schaeffer-Novelli, Y. (1984). Methods for studying mangrove structure. In: S. C. Snedaker y J. G. Snedaker (Eds), *The mangrove ecosystem research methods* (pp. 251). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Cintrón, G. & Schaeffer-Novelli, Y. (1985). Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur América. *Ciencia Interamericana*, 3. 4-15.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2016). Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Pacífico Sur (2015).
- Comisión Nacional del Agua (CNA). (1998). Cuencas Hidrológicas. Escala 1:250000. México.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) - Subdirección General Técnica. (2007). Regiones Hidrológicas, escala 1:250000. República Mexicana. México, D.F.

- Corella, J. F., Valdez H. J. I., Cetina, A. V. M., González, C. F. V., Trinidad, S. A. & 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.
- Domínguez-Domínguez, M., Zavala-Cruz, J. y Martínez-Zurimendi, P. (2011). Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. (Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental). Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco, México.
- García, E. (1973). Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México..
- 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.
- Gálvez, M. M. (2017). Impacto de la canalización del Río Vado Ancho sobre la cuenca baja, Laguna Panzacola y la Pesquería. (Tesis de Maestría). El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, México.
- Gómez, O. R. (2018). Tendencia hacia la eutrofización de un sistema estuarino lagunar en la Reserva de la Biosfera “La Encrucijada”, Chiapas, en 27 años. (Tesis de Maestría). El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, México.
- González-Zamorano, P. (2002). Estructura y análisis espacial de la cobertura del manglar “El Conchalito”, B. C. S. (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional (IPN), La Paz, México.
- INE. (1999). Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada. Instituto Nacional de Ecología / SEMARNAP. México..
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), Instituto Nacional de Ecología (INE), Comisión Nacional de Agua (CONAGUA). (2007). Mapa de Cuencas Hidrográficas de México, 2007. Escala 1:250000. México, D. F.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). (2015). Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000, SERIE VI (Capa Union). Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Jiménez-Quiróz, C. & González, H. (1996). Análisis de la estructura del manglar en La Laguna de Julupán, Colima México. *INP, Semarnap, Ciencia Pesquera No. 12*.
- La Ventana, Investigación y Divulgación Científica para el Desarrollo Regional, Asociación Civil. (2008). Inventario y Diagnóstico de manglares en la región Chontal baja. Oaxaca, México: Programa de conservación para el desarrollo sostenible, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

- 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). El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula y Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México.
- Lan, R. A. (2015). *Estructura y composición del manglar del área de Barra de San José-Barra de San Simón, Chiapas México*. (Tesis de licenciatura). El Colegio de la Frontera Sur, Huehuetán, México.
- Lugo, A. E. and S.C. Snedaker. (1974). The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-64.
- Manrow, V. M. & Vilchez, A. B. (2012). Estructura, composición florística, carbono y biomasa arriba del suelo en los manglares de Laguna de Gandoca y Estero Moín, Limón Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica)*, 9(23). 1-18. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v9i23.486>
- Menéndez, C. L. & Guzmán, J. M. (2007). El ecosistema de manglar del archipiélago cubano. *Academia de Ciencias de Cuba*, 3. 234-244.
- Mojica, V. J. M., Barrasa, G. S. & Espinoza, A. T. (2018). Policies in Coastal wetlands: Key Challenges. *Environmental sciences and Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.06.016>
- 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.
- Nettel, A., Dodd, R. S., Afzal-Rafii, Z. & Tovilla-Hernández, C. (2008a). Genetic diversity enhanced by ancient introgression and secondary contact in East Pacific black mangroves. *Molecular Ecology* 17(11). 2680-2690.
- Orjuela-Rojas, A. M., Villamil, C. A. & San Juan-Muñoz, A. (2011). Cobertura y estructura de los bosques de mangle en la Baja Guajira, Caribe Colombiano. *Boletín Investigaciones Marinas y Costeras* 40(2). 381-399.
- Pool, D. J., Snedaker S. C. y Lugo, A. E. (1977). Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica, *Biotropica* 9(3). 195-212.
- Pulido, V. M. & Tovilla, H. C. (2002). Informe del estado que guardan los bosques de manglar de Pozuelos-Murillo. *I Taller Nacional sobre la problemática de los ecosistemas de Manglar*. Municipio de Tapachula Chiapas, México.
- Ramírez, L. M. (2011). *Ecoturismo en una comunidad costera de Chiapas ¿una estrategia de conservación?* (Tesis de Maestría). El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal, México.
- 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). Universidad Nacional Autónoma de México, ENEP-Zaragoza.

- Ramírez, P. G. y Segura, Z. D. (1994). Ordenación de la vegetación de manglar de la laguna Panzacola, Chiapas. (105-113). *Serie Grandes Temas de hidrobiología, Los sistemas litorales*, (2). Iztapalapa: UNAM.
- Restrepo, J. D. (2005). *Los Sedimentos del río Magdalena: Reflejo de la Crisis Ambiental*. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT-Colciencias.
- Rodríguez-Ramírez, A., Nivia-Ruíz, J. y Garzón-Ferreira, J. (2004). Características estructurales y funcionales del manglar de *Avicennia germinans* en la Bahía de Chengue (Caribe Colombiano). *Boletín de Investigaciones Marino Costeras*, (33). 223-244.
- Rodríguez-Zúñiga, M. T. (2000). *Los manglares de Celestum y Lagartos: Estructura fisonómica y evaluación de la deforestación mediante percepción remota, Yucatán México*. (Tesis Maestría). Escuela Nacional de Estudios Profesionales de Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rodríguez-Zúñiga, M. T., Troche-Souza, C., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. Vázquez-Balderas, D. & Valderrama-Landeros, B. (2013). *Manglares de México: Extensión, Distribución y Monitoreo*. México, D.F.: Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Romero, B. (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 licenciatura). El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula y Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Escuela de Biología. Tuxtla Gutiérrez, México.
- Romero, E. I. B. (2013). *Manglares del Soconusco, Chiapas: estructura y cambios a nivel de paisaje*. (Tesis Maestría). El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula.
- Ruiz, 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). 1383-1391.
- Salas, R. R. L. (2006). *Estructura Forestal de un Manglar en la Reserva de la Biosfera "La Encrucijada", Chiapas*. (Tesis licenciatura). El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula y Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales, México.
- Sánchez, G. C. (2005). *Dinámicas de C y N en el suelo de manglar de Ventanilla, Oaxaca*. (Tesis Licenciatura). Universidad del Mar-Puerto Ángel, Oaxaca.
- Santamaría, S. (2014). *Caracterización estructural y cambios en la cobertura del manglar en el sistema lagunar Los Patos Sólo Dios, Pijijiapán, Chiapas*. (Tesis Maestría). El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, México.
- Serrano, E. (2014). *Caracterización estructural, condición del arbolado y el suelo de la comunidad de manglar del sistema lagunar Corralero-Alotengo, Pinitopepa Nacional, Oaxaca, México*. (Tesis Licenciatura). Universidad del Mar-Puerto Ángel, México.

- Silva, M. A., Bernini, E. & Carmo, T. M. S. (2005). Características estructurais de bosques de mangle in estuario do rio do Sao Mateus ES. *Acta Botanica Brasilica*, 19(3). 465-471.
- Téllez-García, C. P. y Valdez-Hernández, J. I. (2012). Caracterización estructural del manglar en El Estero Palo Verde, Laguna de Cuyutlán Colima. *Revista Chapingo, Serie de Ciencias forestales y del Ambiente*, 18, (3). 395-408.
- Thom, B. G. (1967). Mangrove ecology and deltaic geomorphology, Tabasco, México. *Journal of Ecology*, 55(2). 301-343.
- Tovilla, H. C. (1998). *Ecología de los bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de barra de Tecoaapa, Guerrero, México*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma, México.
- Tovilla, H. C. (2006). *Propuesta para conservación, manejo y restauración de los bosques de manglar de la costa de Chiapas*. Tapachula: El Colegio de la Frontera Sur
- Tovilla, H. C., Salas, R. L. R., De la Presa, P. J. C, Romero, B. E., Ovalle, E. F. & Gómez, O. R. (2007). *Proyecto Inventario Forestal de los Bosques de Manglar de la Costa de Chiapas*. [Informe Final]. Tapachula: El Colegio de la Frontera Sur.
- Tovilla, H. C., Ovalle, E. F., De la Presa, P. J. y De la Cruz, M. G. (2010). *Inventario y Monitoreo del Estado Actual de los Bosques de Manglar de Chiapas y Oaxaca (FN005 "Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Chiapas y Oaxaca")*. [Segundo Informe del Proyecto]. Tapachula: El Colegio de la Frontera Sur.
- Tovilla, H. C., Ovalle, E. F., De la Presa, P. J., De la Cruz, M. G. y De la Cruz, ME. (2011). *Inventario y Monitoreo del Estado Actual de los Bosques de Manglar de Chiapas y Oaxaca (FN005 "Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Chiapas y Oaxaca")*. [Cuarto Informe del Proyecto]. Tapachula: El Colegio de la Frontera Sur.
- Tovilla, H. C. Ovalle, E. F., De la Presa, P. J., De la Cruz, M. G. y De la Cruz, M. E. (2011a). *Inventario del manglar y avance de la intrusión salina en los Municipios de Comalcalco, Jalpa de Méndez y Paraíso Tabasco, México*. [Informe del Proyecto]. Tapachula: El Colegio de la Frontera Sur, SERNAPAM-Gobierno del Estado de Tabasco.
- Tovilla, H. C., Ovalle, Estrada, F., De la Presa, P. J. y De la Cruz, M. G. (2013). *Inventario y Monitoreo del Estado Actual de los Bosques de Manglar de Chiapas y Oaxaca (FN005 "Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Chiapas y Oaxaca")*. [Sexto Informe del Proyecto]. Tapachula: El Colegio de la Frontera Sur.

- Tovilla, H. C. & Romero, B. E. I. (2012). Diagnostico estructural de los manglares en Chiapas y Oaxaca. En, A. J. Sánchez, X. Chiapa-Carrara, R. Brito (Eds.), *Recursos Acuáticos Costeros del Sureste Volumen I (257-279)*, Red Para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste, Sisal, Yucatán, México.
- Tovilla, H. C., Ovalle, E. F. & 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 (FN005 "Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Chiapas y Oaxaca")*. Tapachula: El Colegio de la Frontera Sur Unidad Tapachula, Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera.
- Valderrama-Landeros, L. H., Rodríguez Zúñiga, M. T., Troche-Souza, C., Velásquez-Salazar, Villeda-Chávez, S. & Alcántara-Maya J. A. (2017). *Los manglares de México. Actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 970/1980-2015*. México, D:F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- 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.
- Zaldívar, J. A., Herrera, S. J., Coronado, M.C. & Alonzo, P. D. (2004). Estructura y productividad de los manglares en la Reserva de Biosfera Ría Celestum, Yucatán, México. *Maderas y Bosques*. (Número Especial 2). 25-25.