



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

División de Ciencias e Ingeniería

**“ESTUDIO DEL MANGLAR DEL RÍO HONDO:  
UNA PROPUESTA PARA GENERAR  
ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN”**

**Tesis**

para obtener el grado de

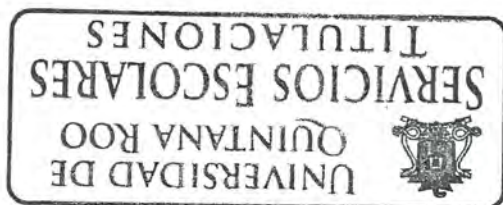
**Maestro en Planeación**

Presenta:

**Jesús Roberto Flores Rodríguez**

Director de Tesis

Dr. Víctor Hugo Delgado Blas



Chetumal Q. Roo, agosto del 2012

065017




**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
División de Ciencias e Ingeniería

Maestría en Planeación


Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité de asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

Maestro en Planeación

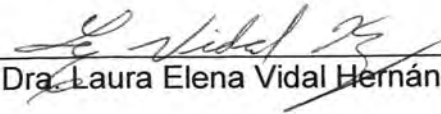
Director de Tesis:

  
Dr. Víctor Hugo Delgado Blas


Asesor:

  
Dr. Alberto de Jesús Navarrete

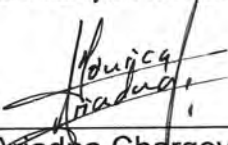
Asesor:

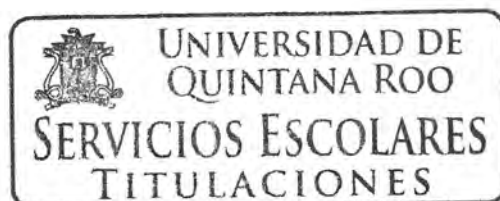
  
Dra. Laura Elena Vidal Hernández.

Asesor:

  
MC. Benito Prezas Hernández

Asesor:

  
MP. Mónica Ariadna Chargoy Rosas



## DEDICATORIAS

*A mi esposa Olga Lidia y nuestros hijos Iván, Omar y Oscar por su cariño, apoyo incondicional y participar en algunas salidas de campo*

*Al personal de la Décimo Primera Zona Naval de la Ciudad de Chetumal Q. Roo, que se involucraron en los muestreos en el río Hondo, especialmente a Víctor Luna Castillo que participó en la planeación de las salidas y en la preparación del material y equipo.*

*A mi gran amigo Dr. Víctor Hugo Delgado Blas, por su valioso apoyo y motivación permanente para concluir ésta etapa académica*

*Especialmente a la Dra. Laura Elena Vidal Hernández por compartir sus conocimientos sobre el manejo de la zona costera, por su sencillez y motivación para conservar los recursos naturales, a la M en P. Mónica Ariadna Chargoy Rosas que nos enseñó que la planeación es parte de nuestra vida y al MC Benito Prezas Hernández por sus atinados comentarios y disponibilidad en todo momento.*

*Al Dr. Alberto de Jesús Navarrete del Colegio de la Frontera Sur, porque a través de sus conferencias sobre manglares y sus amplios conocimientos en el tema, me motivó a realizar este trabajo.*

## AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Marina-Armada de México, Dirección General de educación Naval por autorizarme la disponibilidad de tiempo para cursar la Carrera de Maestría en Planeación.

Al Almirante Marcelo Carlos Pérez Cervantes Comandante de la Décimo Primera Zona Naval en Chetumal Q. Roo por autorizar el apoyo con embarcación y personal para los muestreos en el río Hondo.

A la Universidad de Q. Roo por facilitarme el uso de laboratorios e infraestructura para los análisis de productividad del manglar, especialmente a Illescas Rivero Rosymar encargada del laboratorio de química quien ayudó en la preparación y análisis de muestras.

A mis compañeros de generación Aron, Gina, Set Juval, Andrés, Roura, Isaura y Cristina por su amistad y compañerismo para salir adelante en los trabajos.

## RESUMEN

Tomando como base la planeación integral para formular estrategias enfocadas a la conservación de los manglares del río Hondo, Q. Roo, México, se obtuvo información de la estructura y distribución de las especies del manglar, se determinaron los patrones espaciales y temporales de la productividad primaria neta (hojarasca) en la zona baja, media y alta del río Hondo (Bocana, 15 y 30 km río arriba). Se analizó la situación del manglar en 33 sitios, se relacionaron los resultados con factores ambientales y se aplicaron encuestas a los pobladores de la ribera para conocer su opinión sobre los manglares. La franja de manglar cubre de 10 a 30 m, se identificaron cuatro especies: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y mangle negro (*Avicennia germinans*). En la zona baja dominó el mangle rojo con un 95% y el mangle botoncillo con el 5%; en la zona media, el mangle rojo dominó con un 54% contra un 46% del mangle blanco, y en la zona alta el mangle rojo ocupó un 53% contra un 47% del mangle blanco. El promedio más alto de diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles de manglar fue de 20.33 cm, para los árboles de la zona alta, la altura de los árboles de manglar osciló de 8 a 13 m. La biomasa del manglar con el método de Golley *et al.* (1962) fue de 3.65 a 8.99 kg/m<sup>2</sup> y con el de Cintron y Shaeffer-Novelli (1984) de 4.63 kg/m<sup>2</sup> a 24.6 kg/m<sup>2</sup>. La densidad de los árboles por zona fue de 2800 árboles/ha (zona media), 2200 árboles/ha (zona baja) y 1800 árboles/ha (la zona alta). El Índice de Valor de Importancia (IVI) mostró que el mangle rojo presentó el valor más alto con 195.39, seguido del mangle blanco con 93.57 y el mangle botoncillo con 11; los valores más bajos de productividad promedio por parcela se registraron en noviembre y diciembre 2009, febrero y octubre 2010, en septiembre 2010 con 7.13 g. m<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>. La zona media ocupó los valores más altos y en la zona baja se registró el más bajo en febrero 2010 con 1.20 g. m<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>. De la materia orgánica recolectada del dosel del manglar, el 77.4 % correspondió a hojas, el 7.8 % ramas, misceláneos 9.46 %, brácteas 3.06 %, y los frutos (mangle rojo) 2.19%.

El 93% de los encuestados conoce el manglar pero solo un 8% sabe que son 4 especies, generalmente reconocen al mangle rojo; el 81% de los encuestados tienen nociones de los beneficios del manglar, 12% no lo considera importante, 68.1 % conoce la existencia de dependencias gubernamentales que entre sus funciones está el cuidado del manglar pero no sabe sus nombres. Con los resultados se efectuó el diagnóstico de la situación del manglar y se establecieron las estrategias para la conservación de este recurso enfocadas a dependencias de gobierno, centros de investigación, educación y población ribereña.

**Palabras clave:** Manglar, planeación, estrategias, conservación, río Hondo Q. Roo, estructura, productividad, encuestas.



**INDICE**

	Página
Dedicatorias.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Índice.....	iv
Lista de figuras.....	v
Lista de Tablas.....	vi
Capítulo I.- <b>INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES</b> .....	1
Capítulo II.- <b>OBJETIVOS</b> .....	8
Capítulo III.- <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	9
III.1.- Área de estudio.....	9
III.1.- Estado morfológico.....	12
III.2.- Estado fisiológico.....	14
III.3.- Análisis del manglar por kilómetro.....	15
III.4.- Encuestas.....	17
III.5.- Diseño de estrategias.....	18
Capítulo IV.- <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	20
IV.1.- Estado morfológico.....	20
IV.1.1 Distribución del manglar por zona.....	20
IV.1.2. Diámetro de los árboles de manglar.....	21
IV.1.3 Altura.....	23
IV.1.4 Área basal.....	23
IV.1.5 Biomasa.....	25
IV.1.6 Densidad.....	26
IV.1.7 Índice de Valor de Importancia.....	27
IV.2.- Estado fisiológico.....	28
V.2.1 Productividad.....	28
IV. 3.- Registros del manglar por kilometro.....	33
IV.4.- Encuestas.....	36

**ÍNDICE (continuación)**

	Página
Capítulo V.- <b>DIAGNÓSTICO GENERAL DEL MANGLAR</b> .....	40
Capítulo VI.- <b>ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL MANGLAR DE LA RIBERA DEL RÍO HONDO</b> .....	46
Capítulo VI.- <b>CONCLUSIONES</b> .....	52
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	53
<b>ANEXOS</b> .....	57
Anexo 1.- Vegetación de la ribera del río Hondo en sitios de aproximadamente 50 metros ubicados a cada kilometro río arriba.....	57
Anexo 2.- Encuesta sobre los manglares del río Hondo.....	59

## Lista de figuras

- Figura 1.- Área de estudio, ubicación de parcelas y puntos de verificación de manglares.
- Figura 2.- Distribución de las especies de manglar en el área de estudio.
- Figura 3.- Diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles de manglar (promedios).
- Figura 4.- Altura promedio de los árboles de manglar.
- Figura 5.- Área basal del manglar.
- Figura 6.- Biomasa del manglar calculada usando el método de Golley *et al* (1962).
- Figura 7.- Biomasa del manglar calculada utilizando el método de Cintron and Shaeffer Novelli (1984).
- Figura 8.- Densidad de los aboles de manglar (árboles por hectárea)
- Figura 9.- Valores promedio de la productividad primaria durante el periodo de estudio ( $\text{g. m}^2 \text{ dia}^{-1}$ ).
- Figura 10.- Productividad primaria anual por zona.
- Figura 11.- Productividad promedio mensual y precipitación mensual durante el período de estudio.
- Figura 12.- Productividad promedio mensual y temperatura ambiente promedio mensual durante el período de estudio.
- Figura 13.- Cantidad de brácteas recolectadas, durante el periodo de estudio.
- Figura 14.- Análisis de correlación de la productividad primaria entre las parcelas.
- Figura 15.- Habitante de la ribera realizando pesca de auto consumo.
- Figura 16.- Lotificación de terrenos en zonas de manglar.
- Figura 17.- Encuestas sobre los manglares del río Hondo.
- Figura 18.- Encuestas sobre los manglares del río Hondo.



Figura 19.- Encuestas sobre los manglares del río Hondo.

Figura 20.- Encuestas sobre los manglares del río Hondo.

Figura 21.- Encuestas sobre los manglares del río Hondo.

## Lista de tablas

- Tabla 1.- Comparación de datos estructurales del manglar con otros estudios.
- Tabla 2.- Índice de valor de importancia de las especies de manglar por zona.
- Tabla 3.- Índice de valor de importancia de las especies de manglar en toda el área de estudio.
- Tabla 4.- Productividad del manglar por zona durante el período de estudio ( $\text{g} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$ ).
- Tabla 5.- Análisis de correlación de los valores de productividad entre las parcelas.

# Estudio del manglar del río Hondo, México: Una propuesta para generar estrategias de conservación.

## I.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Desde su nacimiento, las sociedades humanas han utilizado la planeación como una forma natural para conseguir los recursos que permitan su sobrevivencia.

En los procesos para mantener las masas humanas, ya sea en el aspecto social o por la necesidad de organizar la producción y el consumo de productos, nace el concepto de planeación. Este concepto se interpreta básicamente como una serie de pasos o modelos para lograr un objetivo o un fin de manera ordenada. Las diferentes formas para llegar a la meta, es lo que determina la variabilidad de conceptos de planeación.

Para lograr una planeación de cualquier tipo, en muchas ocasiones se tienen que seguir varias rutas y el proceso puede tornarse tan complejo como el pensamiento humano. Cuando el objeto de la planeación requiere de la participación de la sociedad, el proceso puede tornarse más complicado al considerar la diversidad de opiniones e intereses; en este caso, no se asegura que se logre el fin requerido. Este tipo de planeación denominada participativa, se construye en base a las opiniones de los grupos involucrados en el problema. En esta planeación se expone el caso y se decide en forma grupal las acciones a seguir. El inconveniente es que no siempre se puede lograr la satisfacción de todo el grupo involucrado, por lo que no podremos lograr una planeación perfecta.

Por otra parte se puede simular un escenario con diversos factores y a través de análisis matemáticos o programas computacionales y pronosticar resultados. Esta planeación denominada racional requerirá de datos medibles. Sin embargo, algunos factores humanos como la ignorancia y el autoritarismo o del ambiente como el paisaje, que no tiene un valor matemático real puede ocasionar fallas en los pronósticos.

La tendencia hacia el desarrollo de medios de racionalización y coordinación formal, convierte al planeador en un científico aplicado, cuya labor consiste en realizar una exhaustiva colección y análisis de datos que servirán para alimentar los modelos, de cuya solución numérica o analítica, se obtiene un conocimiento sobre los costos y beneficios de las soluciones factibles, para determinar cuál de éstas se deberá elegir (Fuentes, 1990).

En algunos casos los tomadores de decisiones serán los únicos involucrados en la planeación y no requerirán de la opinión del resto de la sociedad como sucede con algunos grupos minoritarios o gobiernos militarizados, donde la decisión del jefe o gobernante es la única que cuenta, independientemente de los resultados que pueda darse, este tipo de planeación se le denominada centralizada.

Existe una planeación incremental o de incrementalismo disjunto que considera que la limitada capacidad humana para plantear y resolver problemas, así como la falta de información o la dificultad para obtenerla ya sea por cuestiones económicas, sociales o políticas puede no tener una sola alternativa para la planeación, consiste en desterrar la pretensión de solucionar completamente un problema en una sola oportunidad, para en vez de ello, concentrarse en cambios pequeños y sucesivos que de forma 'incremental' puedan acercarse a metas mayores.

Las características más sobresalientes de este enfoque de planeación, que la acercan más a la naturaleza humana del proceso de toma de decisiones, es que se analizan pequeñas alternativas y se desechan aquellas donde no hay información, esto reduce el número de consecuencias por analizar. Este tipo de planeación se basa en analizar y evaluar una serie de acciones a la vez y tomar decisiones de una serie de acciones. En este caso, la planeación forma parte de la vida diaria y la hace más acorde a las posibilidades humanas para su realización (Rodríguez, 1998).

Un término más moderno de la planeación es la denominada planeación estratégica que se le atribuye a la obra "La estrategia de la empresa" de Ansoff (1965). Esta reside en la importancia que le otorga al medio ambiente o entorno organizacional, que anteriormente apenas sí había sido considerada. La práctica de la planeación estratégica inicia sometiendo al entorno a un metódico estudio, con el fin de localizar en él aspectos positivos, dignos de capitalizarse, a los que se llama 'oportunidades', así como aspectos negativos que será preciso superar o evitar, a los que se conoce como 'amenazas' (Rodríguez, 1998).

La planeación estratégica por sus características constituye una herramienta muy útil, para el análisis global de una organización productiva, aunque poco aporta para el tratamiento de detalles y problemas específicos (Fuentes, 1990).

El tipo de planeación considerada en este trabajo es la Integral que puede considerarse como una modalidad de la planeación racional, en la que sigue vigente la tendencia a acumular información exhaustiva como insumo para el trabajo del planeador. Se caracteriza principalmente por su pretensión de abarcar o considerar todo el conocimiento necesario sobre una situación problemática, considerar todas las metas organizacionales, plantear todas las alternativas posibles y predecir todas las consecuencias de cada alternativa, de ahí su nombre (Elizondo, 1982; Mitchell, 1999).

De acuerdo a Rodríguez (1988), el objetivo primordial de la planeación debe ser el diseño de un sistema que elimine la necesidad de aplicar constantemente recursos para reparar los errores producidos anteriormente, lo que da un matiz retrospectivo a la planeación. La planeación debe ser más prospectiva (dirigida hacia el diseño de futuros ideales) que retrospectiva (dirigida a remover deficiencias de pasadas decisiones). En este trabajo se enfocó el esfuerzo de planeación al aspecto prospectivo.



El problema de la pérdida de manglares en México, es su alta deforestación que es común en los trópicos, en nuestro país se calcula una tasa de pérdida anual de 2.5 % y en el Caribe alcanza casi el 12% (López Portillo y Ezcurra, 2002).

La situación geográfica de los manglares conduce a un conflicto entre el uso que se quiere dar a los terrenos adyacentes a los cuerpos de agua con presencia de manglar y a la conservación de estas especies. Actualmente los manglares se encuentran bajo protección especial señalados en la NOM-ECOL-059/2001 (D.O.F., 2002) y bajo las restricciones señaladas en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre (D.O.F., 2000) relativo a la remoción, relleno, trasplante o actividades que afecten el flujo hidrológico del manglar, del ecosistema y su zona de influencia, de su productividad natural y de su capacidad de carga.

Con relación a la pérdida de manglares el Instituto Nacional de Ecología (2005) realizó una evaluación preliminar, señalando que la pérdida anual en México oscilaba entre el 1 y el 2.5% y para el año 2025 podría perderse entre el 40 y el 50%. Por otra parte, la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2008) publicó los "Manglares de México" señalando que en el año 2008 la cobertura de manglares en el país fue de 665, 667 hectáreas y en Quintana Roo 64,755 hectáreas. Se enfatizó en el hecho de que recuperar un manglar que ha sido severamente dañado puede tomar muchos años, cuando ello es posible, y que en muchas ocasiones la pérdida es total e irreversible.

En cuanto a antecedentes del diseño de planes de manejo de protección del manglar en México, se afirma que Carmona *et al.* (2004) formularon una propuesta de plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México (dentro de la Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas). Para ello, analizaron el valor cultural del manglar, reportaron tala inmoderada, azolve, caza furtiva y saqueo de especies.

Para los manglares del río Hondo se cuenta con un estudio elaborado por Tovilla *et al.* (2009) que menciona la predominancia del mangle rojo, con un mayor número de especies asociadas al manglar en comparación con los manglares de la bahía de Chetumal.

Aunque se conoce que los bosques del manglar tienen diferentes estructuras o comunidades, no es claro que haya diferenciación en las funciones ambientales asociadas a cada comunidad del manglar. Este conocimiento es importante para el desarrollo de planes de manejo y para proponer estrategias diferentes sobre su uso y conservar manglares de borde, ribereños y de cuenca. (Villalobos *et al.* 1999).

El enfoque de planes de manejo como herramientas de planeación para la conservación de ecosistemas dominados por manglares no ha sido usado extensivamente. Esto puede deberse a la falta de información sobre la función y estructura de estos ecosistemas y por carencia de estudios de casos comparativos. Zaldívar *et al.* (2004) asegura que la investigación sobre estructura y productividad de los manglares permitirá identificar su nivel de desarrollo, esto facilitará el diseño de estrategias específicas de manejo para su conservación.

La mayoría de las investigaciones sobre manglares en México se han asociado a diferentes aspectos de su productividad, principalmente a través del análisis de la caída de hojarasca. Otro aspecto que ha servido como fundamento de su caracterización es el estudio de la estructura y composición de los bosques de manglar; por lo que estudios comparativos acerca de las variaciones estacionales entre las dos costas del país permitirían comprender más cabalmente estos sistemas. Así mismo, es urgente un conocimiento acerca de su distribución y las diferentes formas en que los manglares y las cuencas que drenan hacia ellos son afectados por actividades humanas (López Portillo y Ezcurra, 2002).

Los manglares se consideran sistemas altamente productivos, con variaciones entre las diferentes especies de acuerdo a los gradientes topográficos

y los cambios hidrodinámicos (Zaldívar *et al.* 2004). Parte de la actividad pesquera de las zonas costeras existe en virtud de que distintas especies que se aprovechan comercialmente tuvieron al manglar como zona de crianza y crecimiento (CONABIO, 2008). Los mangles son un componente primordial del ecosistema estuarino, convirtiendo todo el conjunto en uno de los de mayor tasa de productividad primaria bruta sobre la tierra (García-Hansen *et al.* 2001).

Desde la óptica de la contribución de los manglares a la productividad, es necesario conocer el destino de la hojarasca: qué porcentaje se descompone *in situ* y qué proporción es exportada hacia otras partes del sistema estuarino y al sistema marino adyacente (López Portillo y Ezcurra, 2002).

Estudios de productividad realizados en Colombia, Florida, Puerto Rico y México (Teacapán Sinaloa) indicaron las mayores tasas para México y Colombia, (Pool *et al.* 1977). Sin embargo, México presenta una tasa elevada de pérdida anual de manglares debido a la sobreexplotación y demanda del terreno para actividades como la agricultura, ganadería, crecimiento de las ciudades y construcción de caminos; por ello, es importante realizar investigaciones que permitan analizar su importancia ecológica y socioeconómica.

En la Península de Yucatán, Zaldívar *et al.* (2004) determinaron las diferentes características del suelo, fuentes de agua y salinidad que generan diferentes grados de estructura, dominancia de especies y productividad del manglar y que pequeños cambios pueden producir impactos negativos de mayor escala, por lo que es importante realizar estudios de estructura y productividad de esta vegetación para promover estrategias de manejo adecuadas.

En la parte sur de Quintana Roo, de Jesús-Navarrete y Rivera (2001), determinaron la productividad de los manglares en Bacalar Chico (frontera México Belice), reportando valores inferiores señalados para otros sitios como Australia, Hawai, Florida y Venezuela. Por otra parte Tovilla *et al.* (2009) registraron para la



bahía de Chetumal las cuatro especies reportadas a nivel nacional y para el río Hondo el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y blanco (*Laguncularia racemosa*).

El río Hondo se caracteriza por la presencia de manglares, tanto en el lado mexicano como beliceño, los cuales juegan un papel importante en la biodiversidad del área, evita la erosión de la orilla del río, estabiliza el terreno e impide el desbordamiento de las aguas en la época de lluvias, aunado a su importancia en la preservación del Manatí, especie en peligro de extinción que habita en éste río y que consume plantas asociadas al manglar.

La problemática con el manglar del río Hondo radica en que no se han realizado estudios específicos que indiquen su estado de desarrollo y conservación. El manglar en este afluente aún no presenta afectaciones importantes por el hombre, pero tiene un riesgo latente de deforestación debido a lotificación de terrenos adyacentes a la ribera por parte de autoridades ejidales en su parte mexicana, las cuales pretenden el desarrollo urbano con accesos al río, pero la estructura de esta vegetación es un impedimento para estas actividades.

Por otra parte no se tiene información de actividades en el área por el lado de Belice.

Este trabajo aporta información sobre el estado que guardan los manglares del río Hondo basado en su estructura (composición, biomasa, densidad) y distribución de las especies del manglar, los patrones espaciales y temporales de su productividad primaria neta (hojarasca), su relación con los factores ambientales (precipitación y temperatura ambiente). Identifica amenazas y usos de las zonas de manglar, proporcionando así elementos para el diseño de estrategias que permitan su conservación.

## **II.- OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un diagnóstico del estado morfológico y fisiológico del manglar del río Hondo que permita generar estrategias de manejo para su conservación.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

Determinar la estructura (composición, biomasa, densidad) y distribución de las especies del manglar del río Hondo.

Determinar los patrones espaciales y temporales de la productividad primaria neta (hojarasca) y su relación con los factores ambientales precipitación y temperatura ambiente.

Identificar las amenazas (antrópicas y naturales) y usos de las zonas de manglar.

Diseñar estrategias de manejo para su conservación a través de la información obtenida tomando como base la planeación integral.



### III.- MATERIALES Y MÉTODOS

#### III.I.- ÁREA DE ESTUDIO

El Estado de Quintana Roo se encuentra formado de rocas sedimentarias marinas de carbonato y anhidritas, cuyo origen corresponde al Mioceno y Plioceno, ambos periodos pertenecientes al Cenozoico, por lo que existe un predominio de calizas, con relieve cárstico característico (INEGI, 2006).

El clima del municipio de Othón P. Blanco se clasifica como cálido subhúmedo con lluvias en verano, en la costa, la ribera del río Hondo y el extremo nororiental del municipio registra temperaturas superiores a 26 °C, mientras que una amplia banda central del territorio municipal registra temperaturas inferiores a este nivel.

La precipitación promedio anual en el territorio de Othón P. Blanco se encuentra definida en varias zonas, la mayor precipitación se da en la zona costera del Mar Caribe, donde el promedio es superior a los 1,500 mm, una siguiente franja del territorio localizada al oeste de la zona anterior y al este de la Bahía de Chetumal tiene un promedio entre 1,300 y 1,500 mm al año, una tercera sección formada por territorios del sur, el interior y la zona costera de la Bahía de Chetumal tiene una precipitación de 1,200 a 1,300 mm, otras tres diferentes zonas formadas por el centro del territorio, su extremo sur y su extremo noroeste tienen un promedio entre 1,100 y 1,200 mm y finalmente un pequeño sector de la zona central de la franja anterior, junto a la Laguna de Bacalar, registra un promedio entre 1,000 y 1,100 mm ([www.opb.gob.mx](http://www.opb.gob.mx)).

El río Hondo es un límite natural fronterizo entre México y Belice, es el más importante del Estado de Quintana Roo, México, se localiza en el Municipio de Othón P. Blanco, desemboca en la bahía de Chetumal en las coordenadas geográficas 18°28'17.14" N y 88°18'54.13"O, en donde su cauce se bifurca por la presencia de un islote con manglar, por las características del relieve que es casi

plano y por la alta permeabilidad de los suelos del área puede considerarse una falla geológica; en época de secas la corriente del agua hacia la bahía es imperceptible y los cambios en el nivel del agua del río están directamente relacionados con las mareas de la bahía de Chetumal, su profundidad varia de 7 a 8 metros y presenta una anchura de 30 a 40 metros en sus primeros 50 kilómetros posteriormente disminuye hasta 10 a 20 metros.

El río tiene una longitud de 123 kilómetros hasta el poblado de la Unión, México en las coordenadas geográficas 17°53'45.53"N y 88° 52'50.07"O, área donde aún conserva parte de su cauce ya que tierras arriba disminuye su anchura hasta convertirse en arroyo y en época de secas desaparece el cauce superficial.

El río es navegable en embarcación menor desde su bocana hasta el sitio denominado "Lagunita" ubicada a 1900 metros al noreste del poblado de la Unión México en las coordenadas geográficas 17°54'10.36"N y 88° 51'26.17"O, presenta innumerables aportes por riachuelos, arroyos y del manto freático, siendo los ríos San Román proveniente de Belice, Arroyo Sabido y estero de Chac del lado mexicano los aportes más importantes.

De la bocana río arriba, en los primeros 15 km aproximadamente en los márgenes se presenta vegetación dominante de mangle rojo con algunos manchones de pastizales y tazistales, posteriormente se presenta una zona de transición en donde el mangle blanco va desplazando al mangle rojo y después de los 55 kilómetros disminuye la vegetación de manglar hasta ser desplazada por vegetación selvática.

El agua es transparente con una coloración café rojiza producto de la influencia de los taninos del manglar, en época de lluvias pierde su transparencia por el acarreo de sedimentos. En el cauce del río se encuentra el manatí del Caribe *Trichechus manatus* que habita en las partes bajas principalmente entre la bocana y el poblado de Subteniente López Q. Roo, así también habita el cocodrilo de río *crocodrilus moreletii* en toda la extensión del afluente.

Las actividades económicas como la pesca en el río Hondo no son importantes, se practica para el autoconsumo por los pobladores de la ribera, debido principalmente a la baja producción de este afluente, por otra parte se han implementado algunos proyectos gubernamentales para el desarrollo turístico del área, con paseos en lanchas y construcción de muelles de atraque en los principales poblados ribereños, pero la actividad no tuvo éxito, se presentan ocasionalmente algunos paseos en lancha por una empresa privada (Villas Manatí) que salen de la bahía de Chetumal río arriba hasta la laguna de Bacalar pasando por el estero de Chac, que es el canal que comunica ambos afluentes.

El área de estudio y la ubicación de las estaciones de monitoreo se señalan en la Figura 1.



Figura 1.- Área de estudio, ubicación de parcelas y puntos de verificación de manglares



### III.2.- Estado morfológico

Para la determinación de la estructura del manglar se seleccionaron tres sitios distribuidos a lo largo del borde del río Hondo del lado mexicano, el primero cerca de la bocana del río (zona baja), a 15 km río arriba (zona media) y 30 km río arriba (zona alta) (Figura 1), las salidas se efectuaron en embarcación menor con motor fuera de borda.

En cada sitio se establecieron dos parcelas con una separación de 3 m entre ambas. Cada parcela fue de 10 x 10 m (0.01 ha) delimitadas con cinta de plástico y denominadas como parcela 1A y 1B (zona baja), parcela 2A y 2B (zona media) y parcelas 3A y 3B (zona alta), localizadas en las siguientes coordenadas geográficas

Zona baja

Latitud norte 18° 29.350 y Longitud oeste 88° 19.285'

Zona media

Latitud norte 18° 28.855 y Longitud oeste 88° 26.556'

Zona alta

Latitud norte 18° 21.307 y Longitud oeste 88° 32.867'

Así también en 33 puntos del río Hondo, separados a una distancia de 1 km, se tomaron datos de la situación de los manglares (Figura 1, Anexo 1)

En las parcelas se marcaron todos los árboles con diámetro mayor a 2.5 cm con una placa de aluminio fijada con cuerda de seda. Cada placa tuvo un número consecutivo y se registró en un mapa de X y Y para facilitar su reubicación. Para la identificación de las especies del manglar se utilizaron las claves de Dawes (1986).

En base a CARICOM (2001), en cada parcela se registró la siguiente información:

1) Diámetro: Se midió la circunferencia del tronco ( $c$ ) a la altura del pecho (diámetro a la altura del pecho = DAP), en el caso del mangle rojo *Rhizophora mangle* la circunferencia se midió inmediatamente arriba de las raíces aéreas más altas. El diámetro se calculó empleando la siguiente fórmula:

$$DAP = c/\pi$$

2) Altura: Para medir la altura en los árboles se utilizó un tubo telescópico de 15 metros de longitud; para los árboles de mangle rojo se registraron los siguientes parámetros: a) altura sobre la superficie del sedimento a la raíz adventicia más alta, b) longitud del tronco desde las raíces adventicias al área principal de ramificación y c) altura total del suelo a las hojas más altas. Para las otras especies del manglar se midió: a) altura total del sedimento a las hojas más altas y b) longitud del tronco de la superficie del sedimento al área de mayor ramificación.

3) Área Basal: Se calculó el área basal de la base de los árboles de mangle, la cual es una medida del espacio cubierto por los árboles, expresado por unidad de área, para formas de troncos normales como *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) es el equivalente a un área transversal en el punto donde fue medido el DAP, esta convención es utilizada también para *Rhizophora mangle* (mangle rojo) a pesar del complejo desarrollo de la raíces fulcreas y se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Área transversal} = \text{área basal} = \pi \times r^2$$

Se aplicó para cada árbol, la suma es el área basal total ( $\text{cm}^2$ ) para cada parcela y se expresó en  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ .

4) Biomasa: Para la determinación de la biomasa de los árboles de los manglares mayores a 2.5 cm de DBH se emplearon dos métodos, el primero señalado por Golley *et al.* (1962) que calcula usando el diámetro del tronco y la densidad del árbol (número de árboles por unidad de área).



$$\text{Biomasa (g)} = \text{DAP (cm)} \times 3.390$$

La biomasa arbórea total en las parcelas se obtuvo sumando las mediciones individuales de los árboles y se expresó como peso húmedo de la biomasa viva ( $\text{kg.m}^2$ ).

El otro método empleado para calcular la biomasa fue el de Cintron y Shaeffer-Novelli (1984) que utiliza mediciones individuales de los árboles, diámetro y altura.

$$\text{Biomasa (g)} = b [(\text{DAP})^2 (\text{altura})]^m$$

Donde b y m son constantes de 125.9571 y 0.8557 respectivamente.

En cada parcela se estimó para cada especie, la densidad relativa (DR), frecuencia relativa (FR) y dominancia relativa (dR), con esos datos se obtuvo el índice de valor de importancia (IVI) de cada especie y por parcela, este índice indicó la importancia relativa de cada especie; sus valores están en el intervalo de 0 a 300, cuando se reporta en valores absolutos (Ruiz Linares y Fandiño Orozco, 2009).

$$\text{IVI} = \text{densidad relativa de la especie} + \text{frecuencia relativa de la especie} + \text{dominancia relativa de la especie (Cintron y Schaeffer-Novelli, 1984)}.$$

Además, para cada especie se realizaron correlaciones entre DAP con altura de los árboles.

### **III.3.- Estado fisiológico.**

La productividad primaria neta se estimó en base a la caída de hojarasca de los árboles de manglar, obtenida mensualmente durante un año para determinar la variabilidad espacial y temporal. En cada parcela se colocaron 5 canastas distribuidas aleatoriamente a intervalos regulares, las canastas fueron de 50x50 cm ( $0.25 \text{ m}^2$ ) y se construyeron con tela de mosquitero de 1 mm de abertura de

malla, fueron atadas por las cuatro esquinas a una altura promedio de 1.30 m sobre el suelo del manglar, las canastas se rotularon y la hojarasca acumulada se recolectó en bolsas rotuladas y posteriormente se transportaron al laboratorio de la Universidad de Quintana Roo, donde se secaron en una estufa a 70 °C por 48 hrs.

Se separaron los componentes como hojas, flores, frutos, tallos y misceláneos y se pesaron por separado en una balanza analítica.

Tomando en cuenta que las brácteas son los órganos foliáceos que protegen las flores y su presencia es indicativa de la época de floración y producción de semillas y aún cuando este no es un parámetro que generalmente se analiza a profundidad y generalmente en estudios similares solo se indica su peso dentro de la productividad, para este estudio que considera la formulación de estrategias para la conservación de los manglares, se efectuó conteo de las brácteas de la flor de mangle rojo que fueron recolectadas en las trampas.

Adicionalmente, se obtuvo de la Estación Meteorológica de la Comisión Nacional del Agua ubicada en el poblado de Juan Sarabia Q. Roo ubicado en la ribera del río Hondo (18° 30'N y 88° 29'W), los registros meteorológicos durante el tiempo del estudio para aplicar análisis de correlación con los datos de productividad del manglar.

Para determinar la distribución del manglar en la ribera del río Hondo se realizaron recorridos en embarcación menor río arriba hasta ubicar el área donde no hay presencia de esta vegetación.

#### **III.4.- Análisis del manglar por kilómetro**

Para tener un mejor diagnóstico de la situación del manglar del río Hondo, se obtuvieron datos en 33 sitios de aproximadamente 50 metros de largo sobre la ribera del río, separados cada uno por una distancia aproximada de un kilómetro, en cada lugar se obtuvieron datos tomando como referencia la ficha de campo

para la verificación del Mapa de manglares de México establecida por la Comisión Nacional para la biodiversidad (2007):

- 1) Ubicación geográfica.
- 2) Categoría de vegetación (arbóreo alto, medio, arbustiva).
- 3) Cobertura (abierto, cerrado).
- 4) Distribución del manglar (cubierta total, en las orillas, manchones).
- 5) Vegetación aledaña al manglar (selva caducifolia, perennifolia, pastizal, matorral, selva inundable, tasistal)
- 6) Periodo de inundación (permanente, intermitente estacional).
- 7) Utilización (comercial, conservación, agrícola, pecuario, acuicultura, turismo)
- 8) Usos locales (para cerca, extracción de leña, artesanías, ornato, sombra)
- 9) Grado de disturbio (no perceptible, bajo medio, alto)
- 10) Huellas de disturbio (fuego, tala, pastoreo, otros)
- 11) Contaminación (aguas residuales domesticas, agropecuarias, acuícolas, industriales, residuos sólidos, otros)
- 12) Otros impactos (fragmentación del habitat, desecación, azolve, crecimiento de zona urbana o rural, construcción de caminos, modificación de la hidrología del manglar, construcción de canales, construcción de bordos)
- 13) Plagas (identificar en forma general la especie y como afecta al manglar)
- 14) Tenencia de la tierra (ejidal, comunal, privada, federal, estatal. municipal)
- 15) Profundidad del río.

### III.5.- Encuestas

Para complementar la información que permitió identificar las amenazas y los usos de las zonas de manglar, se realizaron encuestas dirigidas hacia la población que habita o está relacionada con la ribera del río Hondo.

Se empleó la encuesta tipo descriptiva señalada por Briones (1992) considerando las siguientes etapas: 1) Diseño de la cobertura de la encuesta; 2) Construcción de los instrumentos para la recolección de la información; 3) Trabajo de campo; 4) Crítica y procedimiento de la información; 5) Análisis e interpretación de los resultados y 6) Presentación del informe final,

El enfoque de las encuestas fue sobre las expectativas de desarrollo que tiene la población hacia el área, conocimiento del manglar, usos e importancia que le dan a esta vegetación y factores que consideran que le afectan o benefician.

El tamaño de muestra se estableció de acuerdo a lo señalado por Hernández *et al.* (1997), para una población finita, ya que se conoce el tamaño de la población de los poblados Subteniente López, Juan Sarabia, Sac-Xan y Ramonal Q. Roo (Censo de población y vivienda del 2010 del INEGI). Se estimó un total de 4380 habitantes y se empleó la formula.

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q \cdot N}{Ne^2 + Z^2 p \cdot q}$$

En donde:

**Z** = nivel de confianza.

**p** = Probabilidad a favor.

**q** = Probabilidad en contra.

**N** = Universo

**e** = error de estimación.

**n** = tamaño de la muestra

### III.6.- Diseño de estrategias:

Para los manglares de la ribera del río Hondo, se seleccionó la planeación Integral, considerando los siguientes pasos:

1. Determinación del problema por atender.
2. Formulación de objetivos.
3. Recopilación u obtención de información (para este trabajo elaboración del diagnóstico de la situación del manglar en la ribera del río Hondo).
- 4.- Análisis de la información y elaboración de estrategias para cumplir con los objetivos planteados, considerando las alternativas posibles.

Las estrategias se enfocaron en los siguientes criterios:

1. Identificar, eliminar y/o reducir los problemas básicos que estén o vayan a afectar no solo la permanencia del manglar y la calidad del agua del afluente, sino de la vegetación y organismos asociados en el área.
2. Constituir un cuerpo de conocimientos que dé sustento a la educación ambiental en pro de la conservación del manglar.
3. Aportar un documento base como fundamento para otros proyectos en materia de investigación, conservación y educación, así como proponer las líneas de investigación más adecuadas para el mejor conocimiento y conservación de este recurso y del afluente.
4. Generar información para la regulación de actividades turísticas, con la finalidad de reducir la perturbación sobre las comunidades bióticas.
5. Identificar los actores claves en la conservación del manglar del río Hondo, a quienes serán dirigidas las estrategias para elaborar y aplicar programas de planeación que permitan la conservación del recurso manglar.
6. Establecer la factibilidad de proponer un programa de manejo para los manglares del río Hondo.



Posteriormente se remitirán las estrategias establecidas a los desarrolladores involucrados en la solución al problema planteado (dependencias gubernamentales, centros de investigación o de educación y autoridades gubernamentales), quienes deberán considerar lo siguiente:

- 1.- De acuerdo a su ámbito de competencia, análisis de las estrategias que les corresponden desarrollar, ventajas y desventajas para su implementación tomando en cuenta aspectos presupuestarios y disposición de personal.
2. El desarrollo de planes de acuerdo a las estrategias planteadas para su implantación y control.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSION:

### IV.1.- Estado morfológico

La ribera del río Hondo presenta una franja de manglar de entre 10 a 30 metros, por su estructura y desarrollo gran parte de esta vegetación impide el paso entre el afluente del río y los terrenos adyacentes, posterior al manglar se presenta vegetación característica de selva baja y mediana. Existen áreas en donde el manglar es más extenso, generalmente en sitios de inundación permanente, donde interactúa con palma de tasiste (*Acoellorraphe wrightii*) o pastizales.

En las seis parcelas distribuidas por pares en cada zona: Zona baja, media y alta, se identificaron tres especies de manglar: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), el mangle negro (*Avicennia germinans*) se localizó fuera de las parcelas

#### IV.1.1 Distribución del manglar por zona

La zona baja presentó dominancia del mangle rojo con un 95% de los árboles registrados, el sitio es afectado por oleaje y mareas de la bahía de Chetumal, vientos constantes y fenómenos meteorológicos que son comunes en el área, presenta inundación en la mayor parte del año y mayor influencia salina de la bahía de Chetumal, siendo propicia para el desarrollo de esta especie de manglar, que está más adaptada a terrenos fangosos con sus raíces adventicias que le permiten mayor fijación.

En las parcelas de la zona baja se registró un árbol de mangle botoncillo que representó el 5%, de los 22 árboles contabilizados (Figura 2).

Las parcelas de la zona media presentaron disminución en la dominancia del mangle rojo con un 54% de los 28 árboles registrados; no se registraron árboles de mangle botoncillo, en cambio el mangle blanco tuvo mayor presencia con un 46%. El área no tiene influencia directa del agua salobre de la bahía de

Chetumal, se encuentra protegido de vientos fuertes por la vegetación selvática y no hay oleaje, condiciones que permiten mejor desarrollo del mangle blanco, aún cuando en época de lluvias el área se inunda (Figura 2, Tabla 1).

En las parcelas de la zona alta, la distribución del mangle blanco fue similar a la zona media, aumentando un 1%, ocupando un 47% contra un 53% del mangle rojo, el mangle botoncillo no fue registrado, el total de árboles de mangle contabilizados fue de 17 (Figura 2).

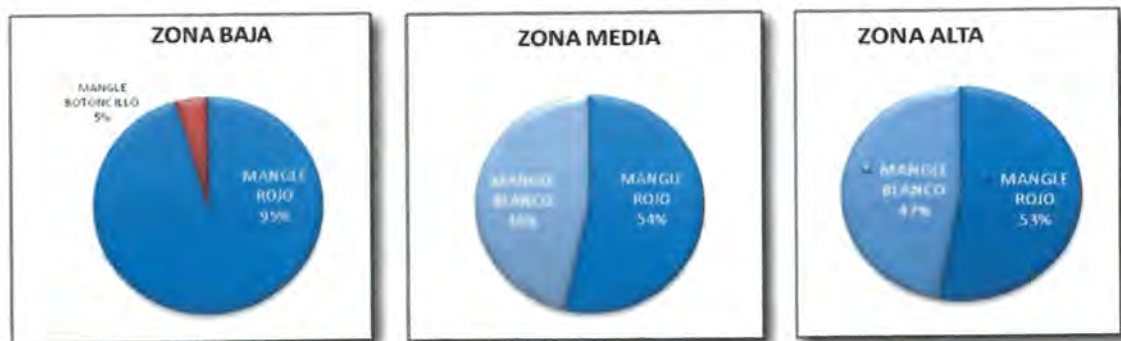


Figura 2.- Distribución de las especies de manglar en el área de estudio.

#### IV.1.2. Diámetro de los árboles de manglar

Las mediciones de diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles de manglar con valores superiores a 2.5 cm, mostraron árboles más gruesos conforme las parcelas estaban más alejadas de la bocana del río Hondo (Figura 3, Tabla 2). En la parte baja los árboles se ven afectados por vientos fuertes e influencia de oleaje de la bahía de Chetumal, aunado a la cercanía con la población de la ciudad de Chetumal que daña la vegetación con aportaciones de materiales que afectan los manglares como bolsas y botellas de plástico, siendo estos quizás los principales factores que inhiben su desarrollo.

En las parcelas de la zona media y alta, los manglares están rodeados por la vegetación selvática que forma una barrera de protección y por el afluente del

río Hondo que proporciona la humedad necesaria para el desarrollo de la vegetación, en estos sitios no se presentan agentes perturbadores importantes que inhiban el desarrollo de los manglares.

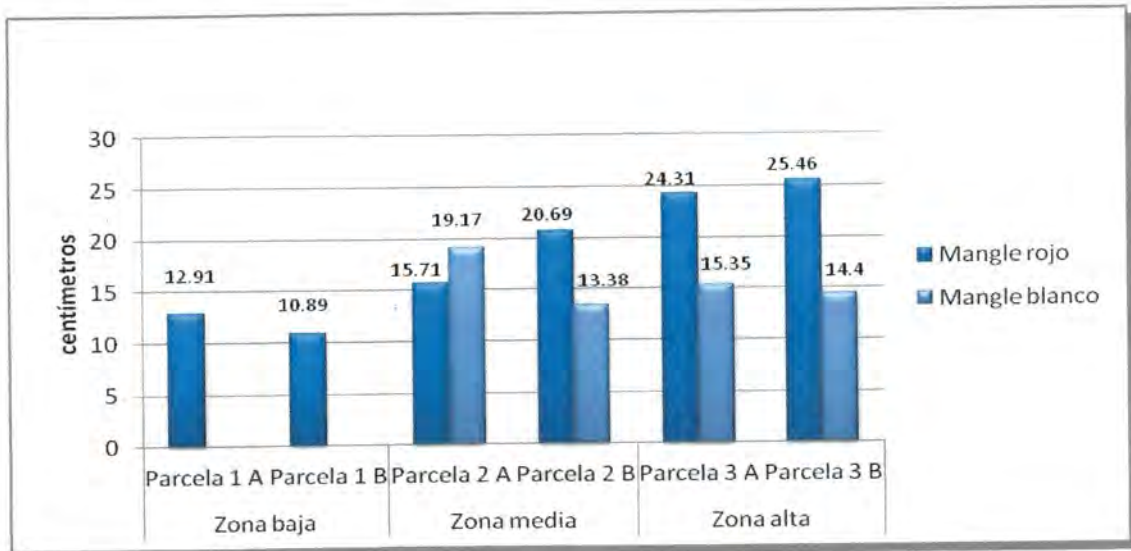


Figura 3.- Diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles de manglar (promedios)

En la Figura 3 se indican los resultados de los valores promedio del diámetro a la altura del pecho, omitiendo el valor del árbol de mangle botoncillo debido a que sólo se encontró un ejemplar en la parcela 1 B con un DAP de 9.7 cm.

Para el mangle rojo la zona alta es la que presentó árboles más desarrollados y para el mangle blanco la zona media.

Del mangle rojo, el de mayor DAP se localizó en la parcela 3A (zona alta) con 37.24 cm, mientras que para el mangle blanco fue de 32.14 cm para un árbol de la parcela 2A (zona media).

Comparado estos resultados con los obtenidos en otros estudios, los DAP de los árboles de manglar de la zona alta fueron superiores, lo que indica un mejor desarrollo de los árboles (Tabla 1).

#### IV.1.3 Altura



La altura de los árboles de manglar con DAP mayor a 2.5 cm, osciló de 8 a 13 m registrándose el más alto en la parcela 2B con 15.1 m para un ejemplar de mangle rojo, los árboles de manglar de la zona media presentaron en promedio mayor altura (Figura 4).

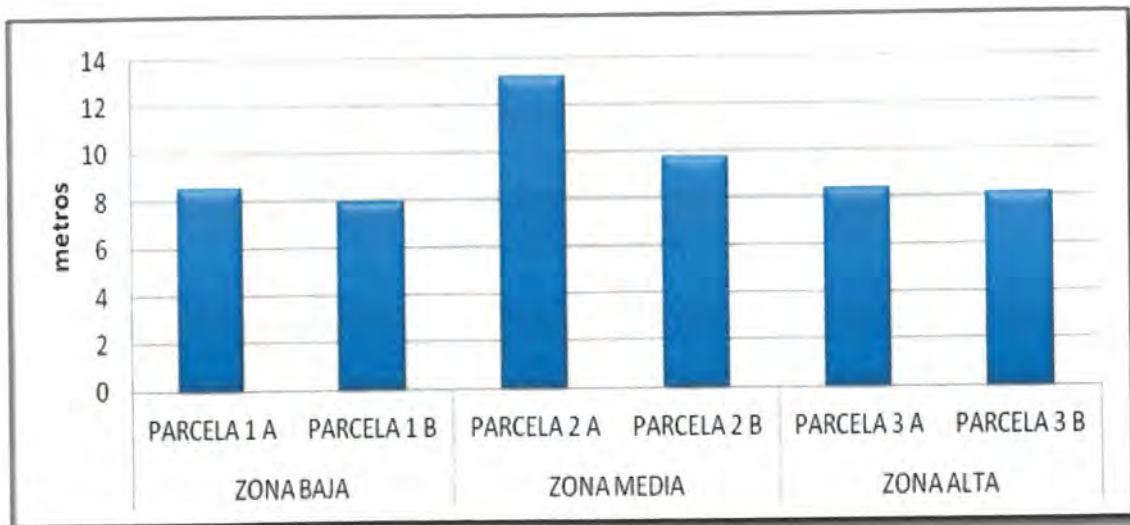


Figura 4.- Altura promedio de los árboles de manglar

Comparando los datos con otros estudios, los árboles de la zona media se pueden considerar con valores de altura altos, como es el caso de la zona interna de Laguna Celestún Yucatán, Laguna de Gandoca en Costa Rica y Nueva Armenia/Cayo cochinos de Honduras (Tabla 1).

#### IV.1.4 Área basal

Con relación al área basal de los árboles de manglar, la parcela 2A ubicada en la zona media, presentó mayor espacio cubierto por los árboles, seguida de la parcela 3A de la zona alta, en términos generales los árboles de la zona baja fueron más delgados por lo que el área cubierta fue menor de toda el área de estudio (Figura 5).

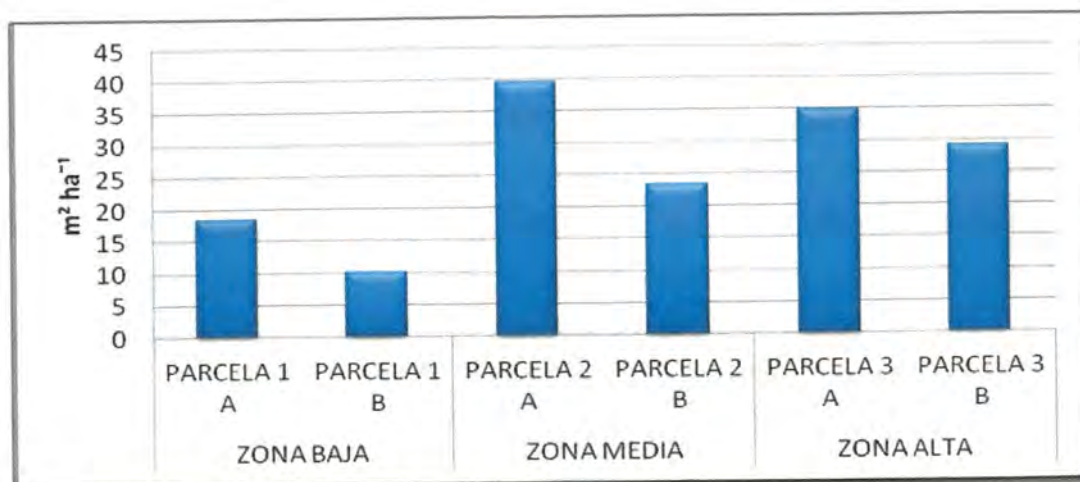


Figura 5.- Área basal del manglar

Comparando valores promedio de área basal con otros estudios, los valores de la zona media y alta se encontraron sólo por debajo de los datos obtenidos por Zaldívar *et al* (2004) en la zona interna de la Laguna Celestún en Yucatán México y Nueva Armenia/Cayos Cochinos en Honduras (García Salgado *et. al*, 2006) (Tabla 1).

Ubicación		DAP cm.	Altura m	Área basal m² ha⁻¹
<b>Este estudio</b>				
México Río Hondo Q. Roo	Zona baja	11.90	8.22	14.4
	Zona media	18.20	11.43	31.4
	Zona alta	24.88	8.23	31.88
<b>Otros estudios:</b>				
México, laguna Celestún Yucatán (Zaldívar A., 2003)	Zona interna	17.4	12.3	41.5
	Puente	10.6	7.6	23.6
	Boca	10.2	5.3	26
Costa Rica Laguna de Gandoca (Fonseca <i>et al</i> , 2006.	Valor promedio 1999, 2000 y 2001	14.80	11.78	22.91
<b>Monitoreo Sistema arrecifal mesoamericano (García Salgado <i>et. al</i>, 2006).</b>				
México	Banco Chinchorro	7.73	5.91	18.35
	Xcalak	5.02	5.92	19.17
Belice	Bacalar Chico	7.81	6.27	7.71
Guatemala	Río Sarstún	16.45	9.86	20.52
Honduras	Omoa- Baracoa	12.86	6.77	28.05
	Nueva Armenia/Cayos Cochinos	18.48	11.69	46.99



#### IV.1.- 5 Biomasa

La biomasa del manglar aplicando el método de Golley *et al.* (1962), indica que el diámetro de los árboles y la densidad de individuos, muestra que las parcelas de la zona baja representan menor biomasa, específicamente la parcela 1B que tuvo una biomasa total de 3.65 kg/m<sup>2</sup>, contra la parcela 2A de la zona media que presentó el valor más alto con 8.99 kg/m<sup>2</sup> (Figura 6).

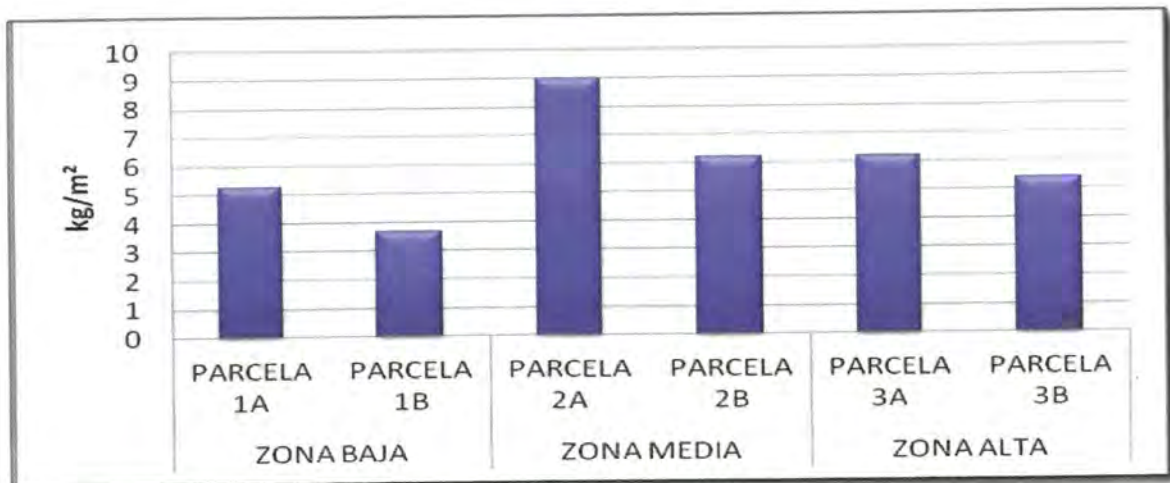


Figura 6.- Biomasa del manglar calculada usando el método de Golley *et al.* (1962)

Los resultados de biomasa aplicando el método señalado por Cintron y Shaeffer-Novelli (1984) que consideran el diámetro y la altura de los árboles, se encontró que la parcela 1B de la zona baja representó nuevamente la menor biomasa con 4.63 kg/m<sup>2</sup> y la parcela 2A la mayor con 24.6 kg/m<sup>2</sup>, lo que indica que aun con las diferencias de los métodos, los valores fueron similares, mostrando que la parcela 2A de la zona media registró mayor estructura de los árboles de manglar (Figura 7).

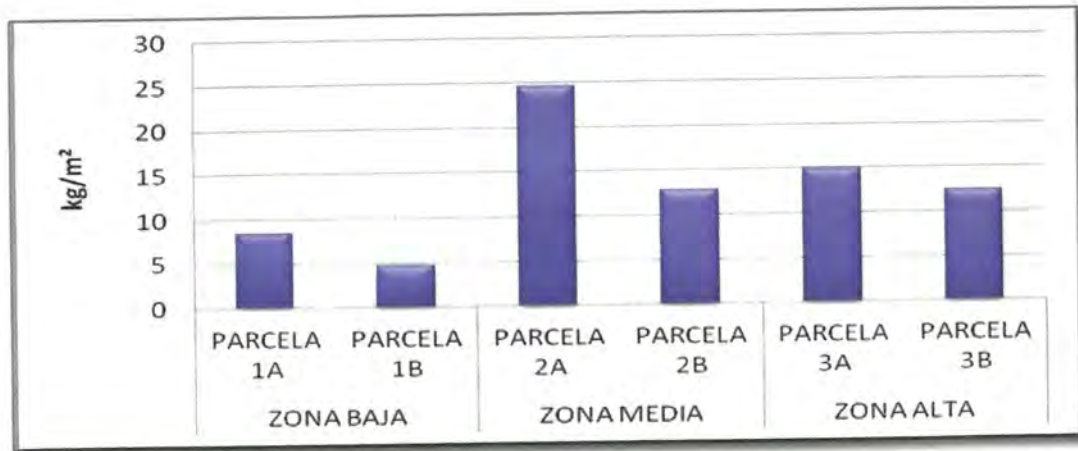


Figura 7.- Biomasa del manglar calculada utilizando el método de Cintron and Shaeffer Novelli (1984)

#### IV.1.6 Densidad

Con el número de árboles por zona de estudio se estableció la densidad, la zona media representó los valores más altos con 2800 árboles por hectárea, seguido de la zona baja con 2200, mientras que la zona alta presentó los valores más bajos con 1800 árboles por hectárea (Figura 8).

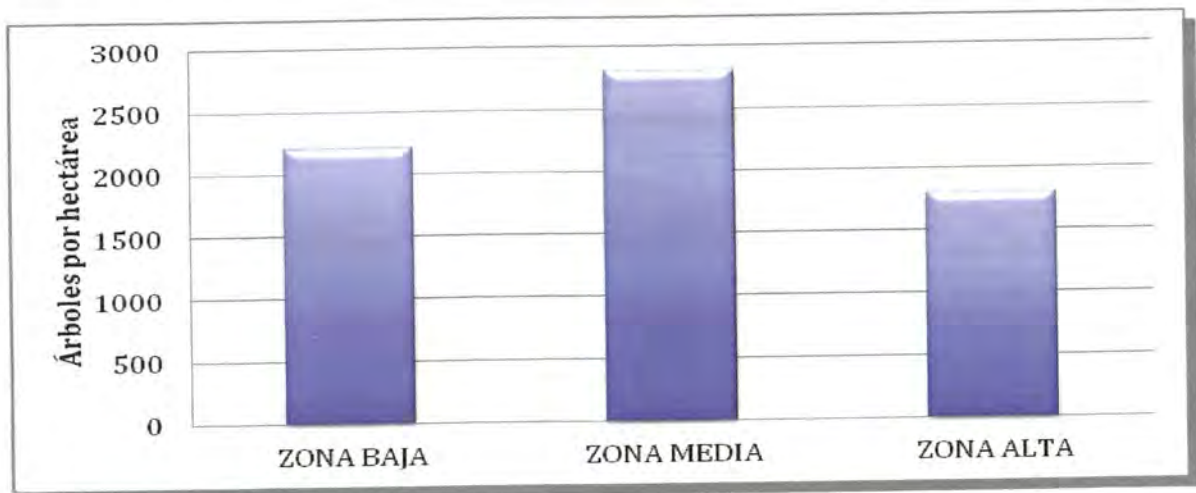


Figura 8.- Densidad de los aboles de manglar (árboles por hectárea)

La zona baja que en términos generales presentó los valores más bajos de altura, DAP, área basal y biomasa que la zona alta, en este parámetro fue superior, debido a que las condiciones que no permiten un crecimiento mayor de los árboles no es un impedimento para la fijación de árboles más pequeños pero



en mayor número, en este caso árboles más pequeños y delgados ocupan menor espacio, por tal motivo los valores de densidad por si solos no debe ser tomados como un factor de desarrollo o de madurez de las comunidades de manglar.

#### IV.1.7 Índice de Valor de Importancia

Con respecto al Índice de Valor de Importancia (IVI) (Stiling, 1999; Lamprecht, 1990 en Ruiz Linares y Fandiño Orozco, 2009) que indica la importancia estructural de una especie y su máximo valor es de 300, se aplicó este método por parcela y a todo el conjunto.

En la zona baja donde sólo se identificaron 2 especies (rojo y botoncillo), el mangle rojo presentó un valor de 258 contra 40.14 del mangle botoncillo, por lo que el mangle rojo fue la especie más significativa del sitio, en la zona media, el mangle botoncillo no fue detectado, pero hubo mayor presencia de mangle blanco, el mangle rojo ocupó nuevamente el valor más alto con 164.23 contra 135.75 del mangle blanco, esta misma condición fue similar en la zona alta, el mangle rojo tuvo un valor de 179.63 contra 120.35 del mangle blanco (Tabla 2).

Tabla 2.- Índice de valor de importancia de las especies de manglar por zona				
Zona baja				
Especies	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
mangle rojo	95.45	97.39	66	258.84
mangle botoncillo	4.54	2.6	33	40.14
Zona media				
mangle rojo	56.66	57.57	50	164.23
mangle blanco	43.33	42.42	50	135.75
Zona alta				
mangle rojo	52.94	76.69	50	179.63
mangle blanco	47.05	23.3	50	120.35

Para todas las parcelas el mangle rojo fue el que presentó el Índice de Valor de Importancia más alto con 195.39, seguido del mangle blanco con 93.57 y por último el mangle botoncillo con 11 (Tabla 3).

Las características del área fueron más propicias para el desarrollo del mangle rojo, principalmente por ser áreas con inundaciones más frecuentes a las que el mangle rojo está más adaptado.

Tabla 3.- Índice de valor de importancia de las especies de manglar en toda el área de estudio.				
Especies	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
mangle rojo	68.11	72.74	54.54	195.39
mangle blanco	30.43	26.78	36.36	93.57
mangle botoncillo	1.44	0.47	9.09	11

## IV.2 Estado fisiológico.

### IV.2.1 Productividad

Con relación a la productividad de las zonas de manglar basada en la caída de las hojas, se encontró que las parcelas de la zona baja fueron menos productivas, por estar más propensas a los fenómenos meteorológicos y a la perturbación humana, considerando también que presentaron los árboles con menor altura, DAP y biomasa, en cambio las parcelas de la zona media y alta tuvieron los valores promedios más altos, esas áreas se encuentran en sitios alejados de centros de población humana y no hay actividades en el área del río, como la pesca, transporte fluvial o el turismo que puedan causar perturbaciones de importancia.

En noviembre y diciembre del 2009, febrero y octubre 2010 se registraron los valores más bajos de productividad y de marzo a septiembre 2010 hay una tendencia a aumentar la productividad.



En septiembre 2010 la zona media ocupó los valores más altos de productividad promedio durante todo el período de estudio con  $7.13 \text{ g. m}^2 \text{ día}^{-1}$ , mientras que el valor más bajo se presentó en la zona baja en el mes de febrero 2010 con  $1.20 \text{ g. m}^2 \text{ día}^{-1}$  (Figura 9, Tabla 4).

	nov-09	dic-09	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10	sep-10	Oct-10
Zona baja	1.27	1.27	1.33	1.20	2.45	2.99	3.68	3.35	2.64	4.10	3.20	1.64
Zona media	1.51	1.18	2.15	2.15	3.69	3.63	5.59	4.59	3.85	4.41	7.13	1.71
Zona alta	1.65	1.87	2.76	2.02	3.92	4.81	5.48	4.28	4.81	6.88	3.50	2.85

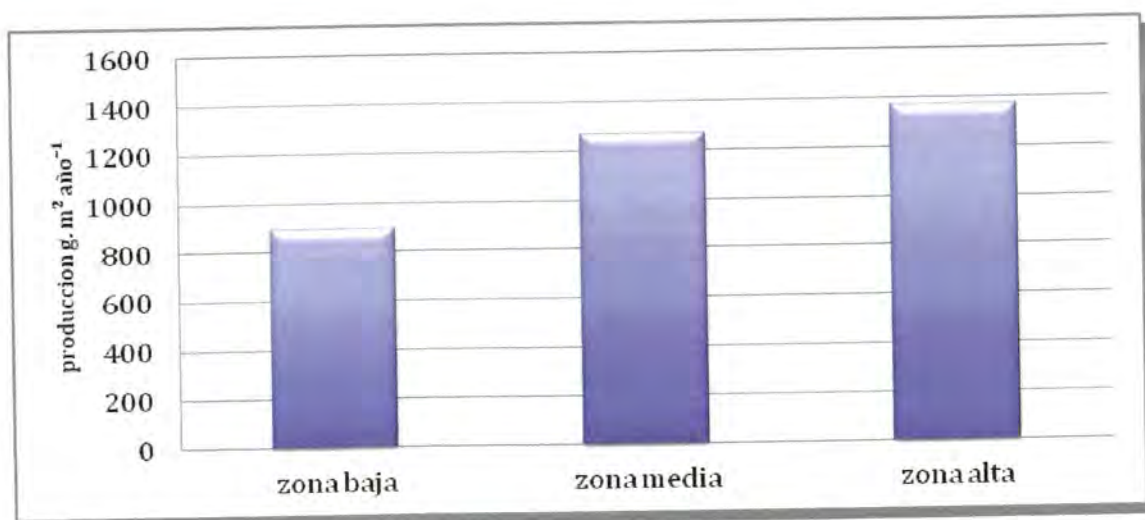


Figura 9.- Valores promedio de la productividad primaria durante el periodo de estudio ( $\text{g. m}^2 \text{ año}^{-1}$ )

De la materia orgánica recolectada del dosel del manglar, el 77.4 % correspondió a las hojas, el 7.8 % a ramas, restos pequeños de material vegetal denominados misceláneos ocuparon un 9.46 %, las brácteas ocuparon un 3.06 %, los frutos que fueron exclusivamente de mangle rojo correspondieron a un 2.19%.

Con respecto a la productividad anual por zona, la zona baja presentó los valores más bajos y la zona alta los más altos, en este caso se esperaba que la zona media presentara mayor productividad por caracterizarse en este estudio con

árboles más grandes y desarrollados en cuanto al DAP y biomasa, pero la zona alta registró pocos árboles pero con mayor cobertura (Figura 10).

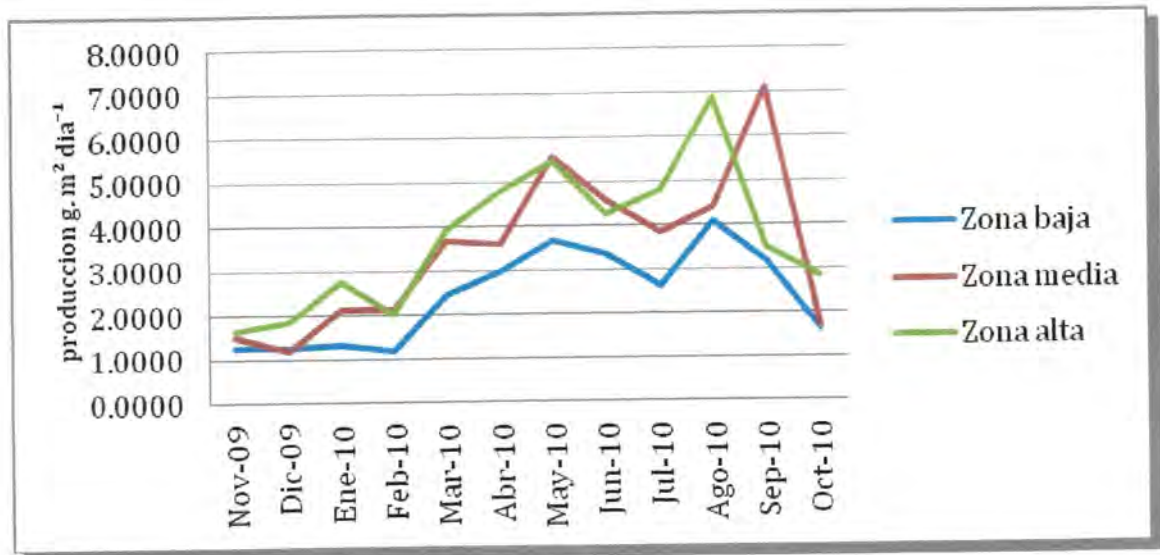


Figura 10.- Productividad primaria anual por zona estudio (g. m² día⁻¹)

Durante el período de estudio, los registros obtenidos en la Estación meteorológica de la CONAGUA instalada en el poblado de Juan Sarabia, mostraron que en todos los meses del año se registraron lluvias, con valores más bajos de enero a abril 2010 y más altos en julio y septiembre 2010, el comportamiento de las precipitaciones fue irregular.

En lo que se refiere a la temperatura ambiente obtenida en esa estación, se registraron valores bajos en invierno y más altos en verano, sin embargo, fue notorio en estos climas tropicales que las diferencias de temperaturas no son significativas.

Aún cuando se esperaba que las lluvias determinaran las variaciones de la productividad, la precipitación irregular registrada durante el periodo de estudio mostró una correlación con la productividad de 0.46. (Figura 11).



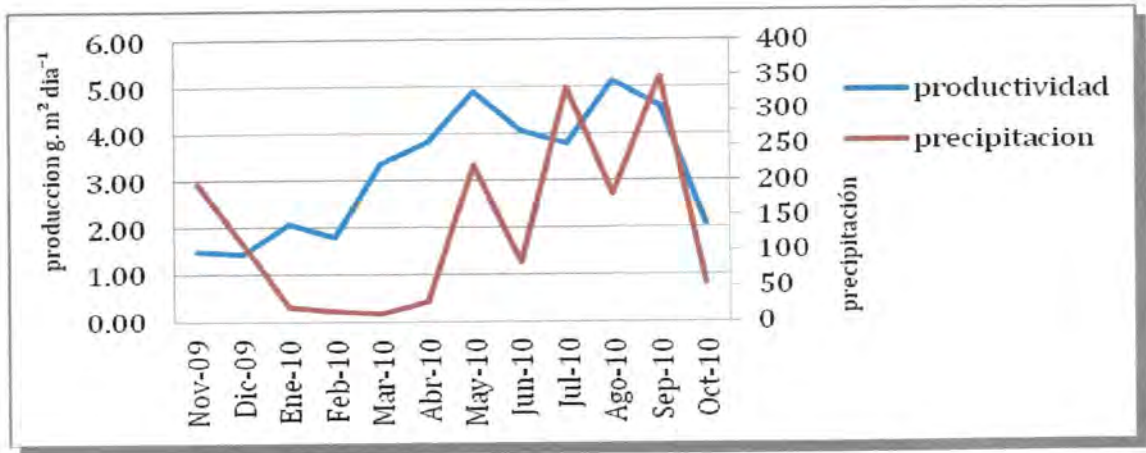


Figura 11.- Productividad promedio mensual y precipitación mensual durante el período de estudio

Con la temperatura ambiente el análisis de correlación mostró un valor de 0.789 que puede considerarse alto (Figura 12), sin embargo, habrá que estudiar otros factores que influyen en la caída de hojas como son las inundaciones, que no necesariamente se reflejan con las lluvias en el área, la humedad del ambiente, los vientos, aportes de fertilizantes al río por medio de canales que provienen de las zonas cañeras ubicadas cerca del afluente y otros.



Figura 12.- Productividad promedio mensual y temperatura ambiente promedio mensual durante el período de estudio

Con respecto al conteo de brácteas que son los órganos foliáceos que protegen las flores y su presencia indica floración y producción de semillas, no se

detectaron en diciembre 2009, enero y marzo 2010 mientras que de abril a agosto su presencia fue más constante.

La zona alta obtuvo en promedio la mayor producción de brácteas, el valor más alto fue de 573 brácteas obtenidas en la zona alta en las 10 trampas instaladas durante agosto 2010 (Figura 13).

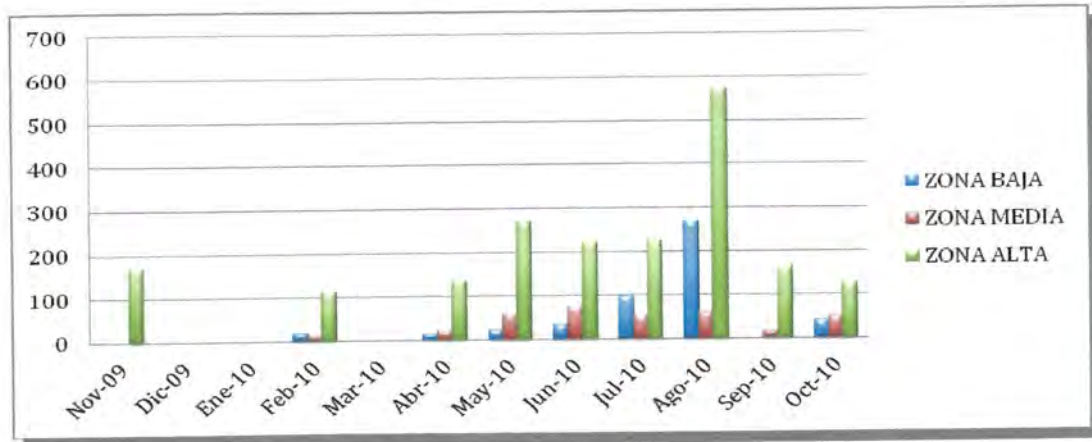


Figura 13.- Cantidad de brácteas recolectadas, durante el periodo de estudio

Aplicando el análisis de correlación con los valores de productividad obtenidos por parcela, se encontró una correlación alta, generalmente mayor al 70%, lo que indica que los factores que afectan o benefician la productividad en las parcelas son similares (Figura 14, Tabla 5).

	PARCELA 1B	PARCELA 2A	PARCELA 2B	PARCELA 3A	PARCELA 3B
PARCELA 1A	0.76	0.89	0.89	0.81	0.65
PARCELA 1B		0.49	0.81	0.93	0.94
PARCELA 2A			0.77	0.54	0.40
PARCELA 2B				0.81	0.79
PARCELA 3A					0.88



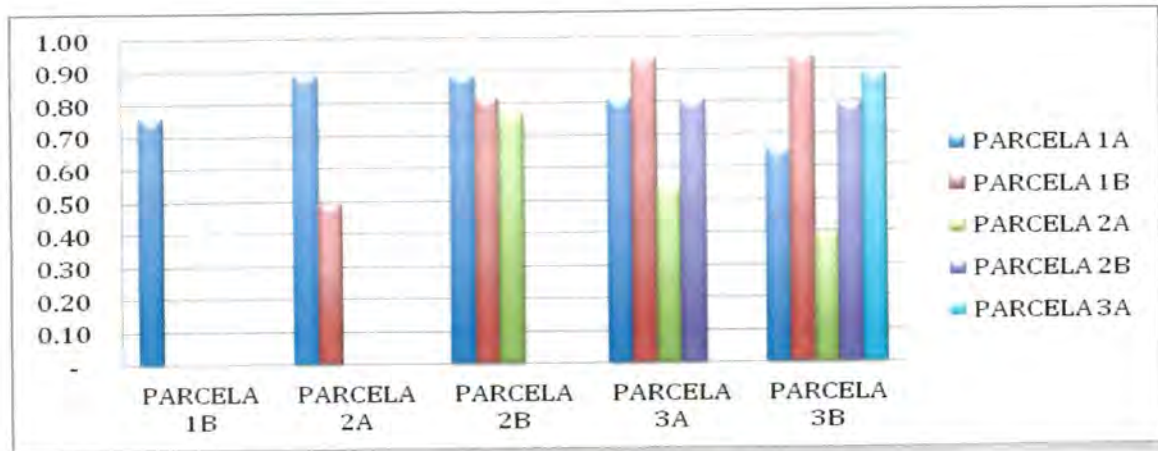


Figura 14.- Análisis de correlación de la productividad primaria entre las parcelas

#### IV. 3 Registros del manglar por kilómetro.

Los datos obtenidos de la observación de la ribera del río Hondo a cada kilómetro río arriba hasta el kilómetro 33, mostraron que el manglar es la especie representativa de la ribera, 31 de los 33 puntos presentaron mangle rojo, en 19 de ellos se registró mangle blanco y generalmente fueron los más alejados de la bocana del río Hondo, en 2 lugares se detectó mangle botoncillo, uno cerca de la bocana del río y el otro a 3 km río arriba, un sitio correspondió a zona de pastizal inundable sin presencia de manglar y 3 sitios con mangle y palma de tasiste.

La categoría de esta vegetación, considerando alta, media y matorral correspondió a la media, la cobertura en 29 de los 33 puntos fue cerrada por el manglar, es decir la vegetación cubre totalmente la ribera e impide el acceso a tierra firme, el resto fueron espacios abiertos por presencia de palma de tasiste o pastizal, en la vegetación aledaña del manglar predominó la selva mediana perennifolia, en dos puntos la zona de manglar colindó con zonas de tasiste y una con zona de pastizal, la zona de manglar en toda el área de estudio presentó inundación intermitente.

Las actividades comerciales se detectaron en los asentamientos humanos, resaltando el poblado de Subteniente López donde se ubica el puente internacional que une a los países de México y Belice, en la parte Beliceña se

encuentra la Zona libre a la que diariamente asisten centenares de mexicanos a efectuar compras de mercancías exentas de impuestos, debido a esta actividad bajo el puente se presentan restos de residuos sólidos principalmente botellas y bolsas de plástico.

En cuestiones agrícolas, hay una zona importante de producción de maíz y caña de azúcar entre los poblados de Juan Sarabia y Allende Q. Roo ubicados entre las parcelas de la Zona media y alta, las zonas de siembra no han desplazado el manglar de la ribera del río. El uso turístico se presenta de baja intensidad, con algunos paseos en lancha provenientes de la ciudad de Chetumal principalmente de la empresa Villas Manatí, que realizan recorridos por el río Hondo para ver las bellezas naturales.

Los pobladores de las comunidades de la ribera realizan pesca de autoconsumo en la zona de manglares del río (Figura 15) y la ribera como balneario.

Existe un grado de disturbio bajo principalmente entre el poblado de Subteniente López a la bocana del río Hondo por acumulación de basuras en los manglares, el aumento en el nivel del río introduce residuos sólidos flotantes, principalmente botellas y bolsas de plástico, muchas de ellas provenientes de la zona libre de Belice



Figura 15.- Habitante de la ribera realizando pesca de auto consumo

No se detectaron áreas con afectación por tala, pastoreo u otros que identifiquen sitios de manglar afectados, generalmente las zonas donde no hay manglar correspondieron a caminos que conducen a zonas urbanas, como es el caso de Subteniente López, Sacxan y Ramonal. Es importante señalar que aun cuando los poblados ubicados en la ribera no cuentan con tratamiento de sus



aguas residuales excepto el poblado de Subteniente López no se localizaron descargas de aguas residuales directas al río o a la vegetación del manglar.

En los 33 puntos analizados a cada kilometro se encontró que la franja de manglar es delgada, ocupa una anchura de entre 10 a 30 metros y se une inmediatamente con vegetación selvática, generalmente no se presenta una zona de transición entre el manglar y la selva, la anchura promedio del manglar de acuerdo a los datos obtenidos a cada kilómetro fue de 14.8 metros, este valor no aplica en las áreas de inundación permanente donde el manglar tiene mayor cobertura, en el Anexo 1 se indica la ubicación geográfica de los puntos del manglar, las especies registradas, la anchura de la franja del manglar y la profundidad del río en el área.



Figura 16.- Lotificación de terrenos en zonas de manglar.

No se identificaron sitios con fragmentación del hábitat, desecación o azolve, los poblados ubicados en el área de estudio no tienen un crecimiento poblacional importante, generalmente la mancha urbana se extiende junto a la carretera que se ubica en el extremo contrario al río Hondo.

La tenencia de la tierra es un asunto importante, la mayor parte de la ribera del río colinda con tierras ejidales, el Ejido Santa Elena que tiene la mayor parte de sus integrantes en el poblado de Subtte. López ocupa una gran extensión de tierras junto al río Hondo, desde ese poblado hasta el canal de navegación a la laguna de Bacalar denominado Estero de Chac, cubriendo en promedio 7 km, se localizaron letreros a aproximadamente cada 100 metros, con nombres y números de lote que corresponden a los integrantes del ejido (Figura 16), quienes hicieron repartición de terrenos junto al río, siendo este el problema de mayor importancia, ya que la estructura del manglar impide el libre acceso de los terrenos ejidales a las aguas del río.

Con respecto al perfil del río Hondo, tiene forma rectangular, con una pendiente alta, por lo que no es apropiado para bañistas con escasos conocimientos de natación, a pocos metros de la orilla hay profundidades mayores a 3 metros, en este aspecto el manglar principalmente el rojo, juega un papel importante en la estabilización de las orillas del río y más con el aumento del nivel de las aguas, esta vegetación impide la erosión y por consiguiente mantiene la anchura del río y protege la vegetación cercana.

#### IV.4 Encuestas:

De acuerdo al censo de población y vivienda INEGI 2010 los poblados ubicados en la ribera del río Hondo dentro del área de estudio tuvieron la siguiente población: Subteniente López tuvo 1915 habitantes, Juan Sarabia 1093, Sac-Xan 837 y Ramonal 901, haciendo un total de 4746 habitantes, se efectuó el cálculo del tamaño de muestra tomando en cuenta un nivel de confianza de 92% y admitiendo un error máximo de 0.08

Se obtuvo el valor de 116, siendo éste el número de personas encuestadas. Con el fin de no interferir con los resultados, considerando que las preguntas se relacionaron con aspectos de legislación ambiental y de acciones de las dependencias gubernamentales, se pidió a los encuestados que no era obligatorio señalar su nombre, se establecieron 19 preguntas (Anexo 2) y se pidió al final comentarios, los resultados fueron los siguientes:

El 93% de los encuestados conocen el manglar y lo identifican (Figura 17), pero solo un 8% saben que son 4 especies, el manglar que señalan fácilmente es el mangle rojo, por lo tanto los resultados de las preguntas subsecuentes fueron sobre su conocimiento de esta especie.

El 81% de los encuestados tienen nociones



Figura 17.- Encuestas sobre los manglares del río Hondo



de los beneficios del manglar, el 12% no lo considera importante y solo un 10% no sabe si es o no importante, con respecto a la tala del manglar, esta especie no es empleada por la población, ya que al vivir en una zona selvática, ocupan otras especies para cercos, leña u otros, el 100% de los encuestados manifestó que no utilizan esta especie.

Considerando que el río Hondo no es un sitio de tránsito continuo de embarcaciones, ni de importancia para la pesca o el comercio, un 60.34% de los encuestados manifestó que sí pagaría por un viaje para ver los manglares y los atractivos naturales del río, un 14.65% no se interesa en esta actividad, de estos el 8.06% es debido a que conocen el área y un 25% analizaría la posibilidad dependiendo del costo.

El 81.03% de los encuestados considera que sí es atractivo el río Hondo para personas extranjeras o de otras ciudades de México, el 10.34% no lo considera atractivo y el 8,62% manifiesta que esta actividad estaría condicionada a su costo (Figura 18).

Un aspecto relevante es que un 93.10% de los encuestados consideran que si es importante cuidar los manglares.

La opinión de los encuestados en caso de que tuvieran terrenos con manglar junto al río y que éste les impida llegar al afluente; el 50% apoyaría las acciones del gobierno de no talar el manglar, un 31.03% pediría apoyo al gobierno para tener un permiso o acciones para llegar al río y un 18.97% no apoyaría y por lo tanto, en caso de tener terrenos junto al río podrían realizar alguna actividad de deforestación.

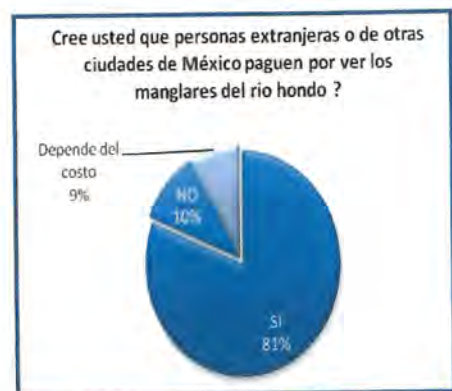


Figura 18.- Encuestas sobre los manglares del río Hondo.

Un 85% de los encuestados apoyaría o participaría en proyectos gubernamentales para la protección de los manglares, un 9% no apoyaría y un 6% considera que no es necesario (Figura 19.)



Figura 19- Encuestas sobre los manglares del río Hondo

El 89.65% de los encuestados no sabe de obras o actividades que puedan dañar los manglares del río Hondo, el resto generalmente atribuye estas acciones al nuevo puente que cruza los dos países y que se ubica a aproximadamente 500 metros al noroeste del antiguo puente, donde se cortó el mangle en ambos lados del río para colocar las columnas de soporte.

Un aspecto alarmante en el cuidado de los manglares es que el 68.1% de los encuestados sabe que existen dependencias gubernamentales que entre sus funciones esta el cuidado del manglar pero no sabe cuáles son, solo el 22.41% identifica a estas dependencias y un 9.48% no lo sabe (Figura 20).



Figura 20- Encuestas sobre los manglares del río Hondo

Un 17.24% de los encuestados ignora si hay alguna prohibición por cortar los manglares, pero el 82.76 % sabe que existe legislación referente a los manglares y un valor similar el 87.07% no sabe que se hayan multado a una empresa o persona por cortar el manglar, lo que indica que esta actividad no es común en el área.

En el caso de denuncia por daños a los manglares el 75.86% de los encuestados si denunciaría ante el comisario ejidal o a la instancia que se le indique, el 10.34% no intervendría y un 13.79% intervendría solo para advertir al



infractor pero no haría denuncia, en este aspecto la gente está consciente del derecho a la denuncia.

El 89.66% de los encuestados no saben si hay alguna protección legal de los manglares en la parte beliceña y una parte similar un 82.76% no sabe si utilizan esta vegetación para construcción, siembra, como leña u otras actividades en ese país (Figura 21).

Finalmente un 85.34% manifiesta que si es necesario proteger los manglares mediante un proyecto específico.



Figura 21- Encuestas sobre los manglares del río Hondo

## V.- DIAGNÓSTICO GENERAL DEL MANGLAR

Considerando que la planeación Integral empleada en este trabajo, requiere información exhaustiva para generar estrategias y que el objetivo del estudio es elaborar un diagnóstico del manglar del río Hondo, para generar estrategias que permitan su conservación a través de la información obtenida, el diagnóstico general es el siguiente.

Con base en las mediciones obtenidas a cada kilometro de la ribera del río hasta el km 33, se presenta una franja de manglar delgada, de 15 a 30 m, con un promedio de 14.8 m , (Anexo 1), lo que indica la fragilidad de esta vegetación.

En las parcelas estudiadas y en las áreas analizadas a cada kilometro se detectaron tres especies de manglar: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), el mangle negro (*Avicennia germinans*) se localizó cercano a esas áreas.

En las parcelas de la zona baja, el mangle rojo presentó dominancia con un 95%, el 5% restante lo ocupó un árbol de mangle botoncillo; en la zona media el mangle rojo ocupó un 54% compitiendo con el blanco que tuvo un 46%; siendo similar en la zona alta, con un 53% para el mangle rojo contra un 47% del mangle blanco.

El grosor de los árboles de manglar en las parcelas (diámetro a la altura del pecho: DAP) con valores superiores a 2.5 cm, aumentó conforme estaban más alejadas de la bocana del río Hondo, en la zona baja, el desarrollo del manglar se ve afectado por fenómenos meteorológicos que son comunes en el área, así como marejadas provenientes de la bahía de Chetumal, los árboles con mayor DAP se localizaron en la zona alta con un promedio de 20.33 cm para la parcela 3A.

En las parcelas de la zona media y alta, no se presentaron agentes perturbadores importantes que inhiban el desarrollo de los manglares.

La zona alta es más propicia para el desarrollo del mangle rojo, presentando los árboles más altos y de mayor grosor, por su parte los árboles de mangle blanco más desarrollados se presentaron en la zona media.

Comparando resultados de estructura del manglar con estudios realizados en países como Honduras, Guatemala, Belice y otras partes de México (Fonseca *et al.*, 2006; Zaldivar *et al.* 2004; SAM, 2004-2005), los árboles de manglar de la zona media y alta pueden considerarse como en buen estado de conservación y desarrollo.

La altura de los árboles con DAP mayor a 2.5 cm, osciló de 8 a 13 m.

Los datos de biomasa del manglar aplicando los métodos señalados por Golley *et al.* (1962) y Cintron y Shaeffer-Novelli (1984) mostraron que las parcelas de la zona baja representaron los valores más bajos, el más alto se presentó en parcela 2A de la zona media.

La densidad más baja de los árboles de manglar se registró en la zona alta (1800 árboles/ha), sin embargo, esta área se caracterizó por árboles con mayor diámetro que cubren más espacio por unidad, la zona media presentó los valores más altos con 2800 árboles/ha, seguido de la zona baja con 2200 árboles/ha, de acuerdo a estos resultados el parámetro de densidad no debe ser empleado como un factor de desarrollo o de madurez de las comunidades de manglar.

Con respecto al Índice de Valor de Importancia (IVI) (Stiling, 1999; Lamprecht, 1990 en Ruiz Linares y Fandiño Orozco, 2009) que señala un máximo de 300 puntos para las especies encontradas, en el análisis aplicado por zonas el mangle rojo fue la especie más significativa en la zona baja con 258 puntos, en la zona media este manglar compitió con el mangle blanco con un valor de 164.23 contra 135.75, siendo similar la zona alta con 179.63 para el mangle rojo contra 120.35 del mangle blanco, aplicando la metodología en todas las parcelas, el



mangle rojo presentó el índice de valor de importancia más alto con 195.39 seguido del mangle blanco con 93.57 y por último el mangle botoncillo con 11.

Con relación a la productividad basada en la caída de las hojas, los valores más bajos se presentaron en octubre, noviembre, diciembre y febrero, de marzo a octubre hay una tendencia al aumento, siendo septiembre donde se presentó la productividad más alta durante todo el período de estudio.

Los datos de productividad por zona, muestran que la zona baja presentó los valores más bajos y la zona alta los más altos, se esperaba que la zona media presentara mayor productividad por tener árboles más altos, con mayor DAP y biomasa, pero la zona alta registró pocos árboles, pero con mayor cobertura vegetal.

Aún cuando la lluvia es uno de los factores más importantes para la productividad, la precipitación irregular que se presentó durante el período de estudio, producto quizá de los efectos del cambio climático que genera el calentamiento global, no se registró estadísticamente una relación significativa con la productividad, en cambio los valores de temperatura ambiental mostraron un comportamiento directamente proporcional ya que a mayor temperatura más productividad. Sin embargo, es necesario analizar otros factores que influyen en la caída de hojas como las inundaciones, la humedad del ambiente, los vientos, aportes de fertilizantes al río y otros.

La productividad basada en la caída de material vegetal de los árboles, correspondió a un 77.4% por hojas, 7.8% a ramas, los misceláneos ocuparon un 9.46%, brácteas un 3.06%, los frutos que fueron exclusivamente de mangle rojo un 2.19%.

Con base a la colecta de brácteas que indican períodos de floración, éstas estuvieron ausentes en diciembre 2009, enero y marzo 2010, de abril a agosto

2010 su presencia fue más constante, la zona alta presentó mayor número de brácteas de todas las zonas y el valor más alto se registró en agosto 2010.

Los análisis de correlación aplicados a la productividad por parcela mostraron una correlación alta, (mayor al 70%), lo que indica que los factores que afectan o benefician la productividad en toda el área de estudio son similares.

En los registros obtenidos a cada kilómetro, se determina que el manglar es la especie representativa de la ribera, considerando las categorías de vegetación alta, media y matorral corresponde a media, presenta una cobertura vegetal que impide el paso hacia los terrenos adyacentes, la vegetación alledaña correspondió generalmente a selva mediana perennifolia, en aspectos comerciales, esta actividad es de baja o nula intensidad y se presenta principalmente en el poblado de Subteniente López donde se localiza el puente internacional que une a México y Belice y que conduce a la zona libre de Belice.

Las actividades agrícolas localizadas entre Juan Sarabia y Allende Quintana Roo donde se cultiva maíz y caña de azúcar principalmente, no han desplazado el manglar de la ribera del río Hondo, el uso turístico es de baja intensidad y se representa por algunos paseos en lancha provenientes de la ciudad de Chetumal.

La actividad productiva en el río es la pesca de autoconsumo por pobladores locales. Existe un grado de disturbio bajo principalmente entre el poblado de Subteniente López a la bocana del río Hondo debido a la acumulación de basuras en el área ocupada por los manglares.

En el área de estudio no se identificaron sitios con fragmentación del hábitat, desecación o azolve, la tenencia de la tierra es un asunto importante, hay una amenaza importante para los manglares ubicados desde el poblado de Subteniente López hasta el canal de navegación que conduce a la laguna de Bacalar sitio denominado Estero de Chac (tramo de aproximadamente 7 km), ya

que los integrantes del Ejido Santa Elena tienen marcada la ribera del río con letreros que indican lotificación del sitio a aproximadamente cada 100 metros, en esos lugares el mangle no permite el acceso entre el río y las tierras circundantes, los letreros se colocaron sobre el manglar.

El perfil del río se asemeja a un rectángulo, con una pendiente alta, el manglar principalmente el rojo mantiene la estabilización de las orillas del río y no permite la erosión y el desborde del río, siendo de mucha importancia porque los terrenos adyacentes generalmente son planos y no rebasan el metro de altura sobre el nivel del mismo río.

De acuerdo a las entrevistas realizadas a los pobladores la mayor parte de la gente conoce el manglar, pero solo identifican al mangle rojo, poniendo en riesgo las otras tres especies, las personas saben que está prohibido su tala y tienen nociones de los beneficios del manglar, todos los entrevistados manifestaron no utilizar el mangle rojo, ya que la selva los provee de maderas más apropiadas para sus actividades, hay un porcentaje importante de personas (60.34%) que pagarían por un viaje para ver los manglares y los atractivos naturales del río, o como atractivo para personas extranjeras o de otras ciudades de México, la mayor parte de los entrevistados consideran que si es importante cuidar los manglares, pero un 18.97% no apoyaría actividades de cuidado o de reforestación, siendo este el porcentaje de población que en caso de tener terrenos junto al río podría realizar alguna actividad de deforestación.

Los resultados de las entrevistas señalan que las personas saben que existen dependencias que deben cuidar los manglares, pero no identifican cuales son, lo que muestra una falta de difusión de esas dependencias sobre sus funciones principalmente la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), los comentarios emitidos indican que los manglares del río Hondo no han sido dañados y la mayor parte de la gente si participaría en proyectos gubernamentales



para su protección. El 75% de los entrevistados tienen la cultura de la denuncia, lo que puede favorecer en el cuidado de esta vegetación.

La falta de información sobre legislación ambiental que proteja los manglares en México fue notoria, pero más sobre el conocimiento que tienen los mexicanos de la ribera del río sobre la legislación del país de Belice, ya que se desconocen si hay alguna ley que proteja esta vegetación.

Hay un porcentaje importante de la población (85.34%) que considera que si es necesario proteger los manglares mediante un proyecto específico.

## VI.- ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL MANGLAR DE LA RIBERA DEL RÍO HONDO

Con base a los resultados obtenidos y considerando la formulación de estrategias como una forma ordenada para lograr el objetivo de conservar los manglares de la ribera del río Hondo y al mismo tiempo sean una guía para el uso sostenido de los recursos naturales que le son propios y relativos, se proponen las siguientes estrategias:

### VI.-1 Estrategia 1.

**Realizar campañas de difusión a la población principalmente la que habita en la ribera del río Hondo, sobre la importancia del manglar, considerando lo siguiente:**

Aplicado para la SEMARNAT, PROFEPA, Secretaria del Medio Ambiente de Quintana Roo (SEMA), Dirección de Ecología Municipal y Centros de Educación o investigación que realizan actividades de difusión ecológica

- Su fragilidad por ocupar una franja delgada junto al río (15 a 30 metros) y su importancia en la estabilización del borde del río.
- El desconocimiento de la población sobre las 4 especies de manglar, al identificar plenamente al mangle rojo (*Rhizophora mangle*), dejando en riesgo las especies de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*).
- La dominancia del mangle rojo y su relación con las otras especies de manglar, que ocupan un papel fundamental en la ribera del río en aspectos de producción, estabilización del terreno, refugio para diferentes especies de animales y como productores de semillas para otras áreas.

- La afectación que ocasionan los residuos sólidos en los manglares, aunado a la importancia de los manglares de ser un filtro que impide el transporte de sólidos (basuras) entre el río y las tierras adyacentes, en ambos sentidos.
- Las condiciones de los manglares de la zona media y alta que presentaron árboles con mejor estructura, proporcionan un lugar ideal para el turismo ecológico y en general sobre la belleza escénica del río Hondo.
- La difusión de las dependencias gubernamentales que tienen entre sus atribuciones el cuidado de los manglares, principalmente de la SEMARNAT y de la PROFEPA, debido a que la población sabe de la existencia de dependencias para estas actividades, pero no identifica cuales son.
- Las sanciones para personas que talan los manglares, principalmente en el área de Subteniente López donde los ejidatarios repartieron terrenos junto a la ribera del río Hondo entre el poblado de Subteniente López y el área denominada Estero de Chac, colocando letreros con números de lote y nombres de personas a quienes les asignaron el lugar.

## VI.2 Estrategia 2

**Promover un turismo ecológico que facilite la conservación de los manglares, considerando lo siguiente:**

Aplicado para la Secretaría de Turismo (SECTUR), SEMARNAT, SEMA, Dirección de Turismo Municipal, Alcaldes de los poblados de Subteniente López, Juan Sarabia, Sac-Xan y Ramonal Q. Roo, Centros de Educación o investigación que realizan actividades de promoción turística

- La capacitación de pobladores locales sobre la identificación de las especies de manglar, su importancia en el afluente del río Hondo, los



resultados obtenidos en este estudio que indican manglares bien desarrollados y conservados, su relación con otras especies, sobre las características del río Hondo y sobre especies en peligro de extinción que habitan en el río Hondo como el manatí del Caribe.

- Ubicar sitios de interés donde se transporten a turistas en embarcación menor saliendo del muelle de la Ciudad de Chetumal hacia el río Hondo, donde se impartan pláticas sobre la vegetación y medio ambiente en general.
- Combinar la propuesta anterior con la creación de sitios junto al río, que incrementen el interés de los turistas como viveros de orquídeas que son comunes en el río Hondo y que en el comercio tienen valores altos por su rareza y belleza, incluyendo el avistamiento de manatíes que es común en la bocana del río.
- Identificar sitios de interés donde se ubiquen las diversas especies de manglar que sirvan para visitas guiadas para un turismo ecológico o para alumnos de diferentes niveles educativos.

### VI.3 Estrategia 3

**Promover estudios de investigación de la flora y fauna de la ribera del río Hondo, que complementen los resultados obtenidos en este estudio con respecto a lo siguiente:**

Aplicado para los centros de investigación, de educación y para las dependencias que apoyan económicamente en estudios de investigación como el Consejo Nacional de ciencia y tecnología (CONACYT).

- La predominancia del mangle rojo en la ribera, aun en sitios alejados de la bocana donde la influencia salina del mar no es detectable (zona alta 30 km río arriba) y donde se obtuvieron los registros de árboles más altos y con mayor grosor de mangle rojo, que está más relacionada a ambientes salinos.

- Los factores que benefician el desarrollo del mangle blanco en la zona media (15 km río arriba) donde se encontraron los árboles con mayor altura y grosor.
- Estudios de biomasa de los manglares en más sitios de la ribera del río Hondo para incrementar el conocimiento de los manglares y su importancia en el área.
- Estudios del posible efecto del cambio climático en la producción de hojarasca de los manglares, considerando principalmente los periodos de lluvias y los cambios en la temperatura ambiente.
- Factores que influyen en la caída de hojas como las inundaciones, la humedad del ambiente, los vientos, aportes de fertilizantes al río y otros.
- Establecer indicadores para monitorear los cambios en los manglares, a fin de identificar oportunamente acciones que lo afecten y que permitan al mismo tiempo mayor conocimiento de este recurso.
- Análisis de sitios de manglares que pueden utilizarse como aportadores de semillas de mangle rojo para repoblar sitios afectados.

#### VI.4 Estrategia 4

**Realizar pláticas de concientización sobre el manglar, principalmente en las escuelas de la Ciudad de Chetumal y de los poblados de la ribera del río Hondo considerando lo siguiente:**

Aplicado para la Secretaría de Educación y Cultura de Quintana Roo (SEyC), SEMARNAT, SEMA (Área Natural protegida con categoría de Reserva Estatal Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal), Comisión nacional de áreas naturales protegidas (CONANP) y Centros de Educación o investigación que realizan actividades de concientización ecológica

- Las especies de manglar y su importancia ecológica.
- La dominancia del mangle rojo y su relación con las otras especies de manglar.

- Su importancia en evitar la erosión del borde del río.
- Los factores que afectan o pueden afectar esta vegetación.
- Las dependencias gubernamentales que deben intervenir en el cuidado y conservación de los manglares.
- La importancia de la productividad de los manglares especialmente del río Hondo y la exportación de nutrientes hacia la bahía de Chetumal y Mar Caribe.
- La productividad de los manglares del río Hondo en base a la caída de las hojas, frutos, ramas y misceláneos.
- La relación entre los factores ambientales como la lluvia y temperatura ambiental en la productividad de los manglares.
- El estado de conservación de los manglares del río Hondo.

## **VI.5 Estrategia 5**

### **Acciones específicas para dependencias gubernamentales.**

**Para SEyC, SEMARNAT, SEMA y Dirección de Ecología Municipal de Othón P. Blanco.**

- Realizar talleres de capacitación sobre el manejo y protección de los manglares de la ribera del río Hondo, hacia los maestros de la ribera y autoridades de los poblados de la ribera.
- Capacitación a los maestros de la ribera del río Hondo con recorridos por los manglares, elaboración de guías que sirvan a los mismos profesores para repetir los recorridos con sus alumnos.
- Formar un grupo de ciudadanos de las comunidades de la ribera como vigilantes del manglar.
- Elaborar un programa de protección, difusión y aprovechamiento de los manglares del río Hondo, de la belleza escénica del río Hondo y de la flora y fauna en general, considerando lo siguiente:

- La conservación de los manglares
- Fomento de un turismo ecológico
- Participación de los habitantes de las comunidades locales en las actividades eco-turísticas que promuevan por una parte la conservación de los recursos naturales y por otro que permitan mayores ingresos económicos.
- Implementación de técnicas para aprovechar las semillas de manglar en la reforestación de sitios afectados.

**Para SECTUR Y Dirección de turismo del municipio de Othón P. Blanco.**

- Estudio de mercado para atraer al turismo ecológico en la ribera del río, considerando las bellezas naturales e incentivando a los pobladores locales a realizar actividades en sitios determinados donde reciban a los visitantes y se expliquen la características de la zona selvática y de los manglares, así como venta de artesanías.
- Campaña de difusión de las actividades ecológicas que se pueden realizar en el río Hondo.
- Elaboración de folletos y libros sobre el río Hondo y la flora y fauna asociada.
- Promover visitas a los manglares para identificar el buen estado de desarrollo y al mismo tiempo generar conciencia para su conservación.

**Para CONAGUA (Consejo de Cuenca del río Hondo)**

- Integrar los resultados de este estudio dentro de los trabajos de investigación que se realizan en la ribera del río Hondo para su consulta y gestionar la implementación de las estrategias planteadas con los integrantes del Consejo de cuenca del río



Hondo, para promover la conservación y protección de los manglares este afluente.

La formulación de las estrategias es uno de los pasos en la planeación integral, la etapa final son las actividades y el seguimiento de resultados hasta lograr la solución del problema planteado. En cada estrategia se señalan las dependencias gubernamentales que de acuerdo a sus ámbitos de competencia pueden realizar esas actividades.

## **VII.- CONCLUSIÓN:**

Los manglares de la ribera del río Hondo presentan un buen estado de desarrollo y conservación, tienen un papel importante en la estabilización de la orilla del río y para evitar desbordes e inundaciones, sin embargo existen amenazas que pueden romper el equilibrio como la falta de cultura ambiental y problemas de usos del suelo, principalmente por la proyección del empleo de terrenos junto al río, donde la estructura de esta vegetación forma una barrera natural para acceder al afluente.

El desarrollo de las estrategias planteadas permitirá la conservación de estos recursos que puede redundar en beneficios económicos para la población ribereña, pero esta decisión debe ser tomada de manera responsable por las autoridades gubernamentales que tienen injerencia en la protección de esta vegetación y de todo el afluente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ansoff H.I.** 1965. *Corporate strategy*. Edit. McGraw Hill, New York. 241 p.
- Briones G.** 1992. *Métodos y técnicas de investigación para las Ciencias Sociales*. Primera reimpresión. Editorial Trillas S.A. de C.V. 291 p.
- Caribbean Coastal Marine Productivity (CARICOMP).** 2001. *Manual of methods for mapping and monitoring of physical and biological parameters in the coastal zone of the Caribbean*. Centre for Marine Sciences University of the West Indies Mona, Kingston Jamaica and Florida Institute of Oceanography University of South Florida St. Petersburg Florida U.S.A. 35-41 p.
- Carmona D. G., Morales-Mavil J.E y Rodríguez-Luna E.** 2004. *Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: Una estrategia para la conservación de sus recursos naturales*. Madera y Bosques Número especial 2: 5-23 p.
- Cintron G. y Shaeffer Novelli Y.** 1984. *Methods for studying mangrove structures*. In: S.C. Snedaker and J.G. Snedaker (Eds). *The Mangrove Ecosystem: Research Methods*. UNESCO Monographs on Oceanographic Methodology. 91-113 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.** 2007. *Ficha de campo para la verificación del mapa de manglares de México escala 1:50,000*. 1-5 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.** 2008. *Manglares de México*. 1-35 p.
- Dawes C. J.** 1986. *Botánica Marina*. Primera edición. Editorial Limusa. México. 655 p.

- De Jesús-Navarrete A. y Oliva Rivera J. J.** 2001. *Producción de Hojarasca de Rhizophora mangle en Bacalar Chico, al sur de Quintana Roo, México.* Universidad y Ciencia, Volumen 18 Número 36: 79-86 p.
- Diario Oficial de la Federación.** 2002. Segunda Sección, 6 de marzo de 2002. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Norma Oficial Mexicana NO M-059- ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.* 80 p.
- Diario Oficial de la Federación.** 2002. 3 de julio de 2000. *Ley General de Vida Silvestre.* México.60 p.
- Elizondo Alarcón Jorge.** 1982. *Algunos Enfoques de Planeación, Tesis de Maestría, DEPFI, UNAM, México.* 91 p.
- Fuentes A.** 1990. *El problema General de la Planeación. Pautas para un Enfoque Contingente.* Cuadernos de Planeación y Sistemas, DEPFI, UNAM, México. 32 p.
- Fonseca E. Ana, Cortés Jorge y Zamora Priscilla.-** 2006.- *Monitoreo del manglar de Gandoca, Costa Rica (sitio CARICOMP).-* Revista Biología Tropical, 55: 23-31 p.
- García-Hansen I., Gaviria-Chiquazuque J. F., Prada Triana M. C. y Álvarez-León R.** 2001. *Producción de hojarasca de los manglares de la Isla de San Andrés Caribe colombiano.* Revista Biología Tropical, 50: 273-291 p.
- García-Salgado M., T. Camarena L., G. Gold B., M. Vasquez, G. Galland, G. Nava M., G. Alarcón D. y V. Ceja M.** 2005. *Línea Base del Estado del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Programa de Monitoreo Sinóptico 2004 y 2005.* Manglares, 109-118 p.

- Golley F., Odum H.T., Wilson, R.F.** 1962. *The structure and metabolism of a Puerto Rican Red Mangrove Forest in May.* Ecology 43: 9-19 p.
- Hernández Sampieri R., Fernández Collado C., Baptista Lucio P. y Casas Pérez M.A.** 1997. Metodología de la investigación Editorial McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V. 497 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.** 2010. *Censo de población y vivienda del 2010.*
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2010. *Anuario estadístico del Estado de Quintana Roo 2010.*
- Instituto Nacional de Ecología.** 2005. *Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México.* SEMARNAT: 1-21 p.
- López Portillo J. y Ezcurra E.** 2002. *Los manglares de México: Una revisión.* Madera y Bosques, Número especial: 27-51 p.
- Mitchell Bruce.** 1999. *La gestión de los recursos y del medio ambiente.* Primera edición. Editorial Grupo Mundi Prensa. 290 p.
- Pool D. J., S. C. Snedaker y A. E. Lugo.** 1977. *Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica.* Biotropica. 9: 195-212 p.
- Rodríguez Contreras Carlos.** 1998. *La conferencia de búsqueda en el contexto organizacional Mexicano: Reunión de reflexión y diseño.* Tesis de Maestría en Ciencias en Planeación y Sistemas (UASLP).
- Ruiz Linares J. y M. C. Fandiño Orozco.** 2009. *Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina, Colombia, Caribe suroccidental.* Rev. Acad. Colomb. Cienc. 33(126): 5-15 p.



- Tovilla-Hernández C., Orihuela-Belmonte D. E., Salas-Roblero R. L.** 2009. *Estructura, composición, regeneración y extracción de madera de los bosques de manglar*. En: Espinoza-Ávalos J., Islebe G.A., Hernández-Arana H.A. (Eds.). 2009. El sistema ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar Caribe. ECOSUR. Chetumal, Quintana Roo, México. 45-60 p.
- Villalobos Zapata G. J., A. Yáñez-Arancibia, J. W. Day Jr. y A. L. Lara-Domínguez.** 1999. *Ecología y manejo de los manglares en la Laguna de Términos, Campeche, México*. In: A. Yáñez-Arancibia y A. L. Lara-Domínguez (eds.). Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 263-274 p.
- Zaldívar A., Herrera Silveira J., Coronado Molina C. y Alonso Parra D.** 2004. *Estructura y productividad de los manglares en la Reserva de Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México*. Madera y Bosques Número especial 2: 25-35 p.
- Zaldívar A.** 2003. *Cambios en los patrones de estructura y productividad en manglares sometidos a gradientes ambientales en una laguna costera cárstica en la península de Yucatán (SE, MEXICO)*. Tesis de maestría. Centro de investigación y de estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Mérida, México. 76 p.

Citas de internet.

- H. Ayuntamiento Othón P. Blanco.** 2010. Clima. Consultado el 25 de marzo del 2010. <http://www.opb.gob.mx/opb2011/index.php>. (25 marzo 2010).

## ANEXOS

Anexo1- Vegetación de la ribera del río Hondo en sitios de aproximadamente 50 metros ubicados a cada kilómetro río arriba					
Ubicación	Vegetación	Profundidad del río	Anchura de la franja de manglar	Ubicación geográfica del centro del río	
				Latitud N	Longitud W
Bocana	Mangle rojo y mangle botoncillo	5	10	18°29.317'	088°18.908'
km 1	Mangle rojo	5.5	10	18°29.392'	088°19.484'
km 2	Mangle rojo y blanco	9	10	18°29.265'	088°20.052'
km 3	Mangle rojo, blanco y botoncillo	7.5	30	18°29.180'	088°20.628'
km 4	Mangle rojo	6	20	18°29.074'	088°21.215'
km 5	Mangle rojo	6.9	20	18°29.183'	088°21.781'
km 6	Mangle rojo	7	15	18°28.976'	088°22.320'
km 7 (frente Laguna San Román)	Mangle rojo	5	20	18°28.749'	088°22.847'
km 8	Palma tasiste y mangle blanco	7.5	5	18°29.066'	088°23.325'
km 9	Mangle rojo y blanco	7.5	10	18°29.447'	088°23.731'
km 10	Mangle rojo	6.5	25	18°29.447'	088°23.732'
km 11	Mangle rojo	5.6	15	18°29.748'	088°24.199'
km 12	Mangle rojo	10.4	15	18°29.545'	088°24.734'
km 13	Mangle rojo	9	20	18°29.371'	088°25.276'
km 14	Mangle rojo y blanco	9.5	15	18°29.092'	088°25.777'
km 15	Mangle rojo	8.5	15	18°28.896'	088°26.322'
km 16	Mangle rojo y blanco	8.1	15	18°28.526'	088°26.826'
km 17	Mangle rojo	9.6	20	18°28.944'	088°27.209'
km 18	Mangle rojo	7.6	15	18°29.340'	088°27.599'
km 19 (junto al Poblado Juan Sarabia)	Mangle rojo y blanco	8.8	10	18°29.392'	088°28.165'
km 20	Mangle rojo y blanco	8	15	18°29.608'	088°28.688'
km 21	Mangle rojo y blanco	5.15	20	18°29.221'	088°29.102'

Anexo1- Vegetación de la ribera del río Hondo en sitios de aproximadamente 50 metros ubicados a cada kilometro río arriba							
Ubicación	Vegetación			Profundidad del río	Anchura de la franja de manglar	Ubicación geográfica del centro del río	
						Latitud N	Longitud W
km 22	Mangle blanco	rojo	y	6.6	20	18°28.935'	088°29.579'
km 23	Mangle blanco	rojo	y	6.5	10	18°28.512'	088°29.949'
km 24 (junto al Poblado Sac-Xan)	Mangle blanco	rojo	y	7.5	15	18°28.220'	088°30.439'
km 25	Mangle blanco	rojo	y	7	15	18°27.866'	088°30.893'
km 26	Mangle blanco	rojo	y	7.8	15	18°27.434'	088°31.273'
km 27	Mangle blanco	rojo	y	6.8	20	18°26.893'	088°31.384'
km 28	Mangle blanco	rojo	y	7.2	10	18°26.353'	088°31.550'
km 29 (junto al Poblado Ramonal)	Mangle blanco	rojo	y	6.1	20	18°25.820'	088°31.676'

### Anexo 2.- Encuesta sobre Los manglares del río Hondo

Este cuestionario forma parte del estudio sobre los manglares que se realiza en la ribera del río Hondo por parte de la Universidad de Quintana Roo y la Secretaría de Marina, es importante llene el espacio del lugar en donde vive y su ocupación, no es obligatorio poner su nombre

Nombre \_\_\_\_\_

Nombre del poblado: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

**SUBRAYE LA RESPUESTA QUE CONSIDERE CORRECTA O ANOTE EN LA RAYA SU RESPUESTA:**

- 1.- Sabe usted cual es el manglar-  

Si	No	No lo sé
----	----	----------
- 2.- Si una persona le pide le señale una planta de manglar, usted lo puede hacer fácilmente-  

Si	No	Puedo equivocarme
----	----	-------------------
- 3.- Sabe cuántas especies de manglar hay en el río Hondo o en México:  

1	2	3	4	No lo sé
---	---	---	---	----------
- 4.- Que beneficios tiene el manglar en el río Hondo o en la bahía de Chetumal.  

No permite que se desborde y produce materia orgánica (abono) que ayuda a las demás plantas o a los animales del río	No tiene ningún beneficio es un planta más de la orilla	No lo sé.
--	---	-----------
- 5.- Usted ha cortado o utilizado parte del manglar para su beneficio como construcción de cercas, como planta medicinal, para leña u otros.  

Si para _____	No
---------------	----
- 6.- Usted pagaría por un viaje para ver los manglares o los atractivos naturales del río Hondo  

Si	No	Depende del costo	No, porque los conozco
----	----	-------------------	------------------------
- 7.- Cree usted que personas extranjeras o de otras ciudades de México paguen por ver los manglares del río Hondo que incluye las aves, reptiles u otras.  

Si	No	Depende del costo
----	----	-------------------
- 8.- Para usted es importante que se cuiden los manglares del río Hondo.  

Si	Me parece que no tiene mucha importancia	No es importante
----	--	------------------





