



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

Análisis de la distribución, uso de hábitat y conocimiento local del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en la laguna Conil, Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, Quintana Roo, México

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A :

SILVIA CAROLINA VELÁZQUEZ MENDOZA

DIRECTOR DE TESIS:  
DR. FERNANDO CÓRDOVA TAPIA

CO-DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. DELMA NATALY CASTELBLANCO MARTÍNEZ



Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Hoja de Datos del Jurado

### 1. Datos del alumno

Velázquez  
Mendoza  
Silvia Carolina  
5527575486  
Universidad Nacional Autónoma de  
México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
311104688

### 2. Datos del tutor

Dr.  
Fernando  
Córdova  
Tapia

### 3. Datos del cotutor

Dra.  
Delma Nataly  
Castelblanco  
Martínez

### 4. Datos del sinodal 1

Dr.  
Luis  
Medrano  
González

### 5. Datos del sinodal 2

Dr.  
León David  
Olivera  
Gómez

### 6. Datos del sinodal 3

Dr.  
Luis  
Zambrano  
González

### 7. Datos del trabajo escrito

Análisis de la distribución, uso de hábitat  
y conocimiento local del manatí antillano  
(*Trichechus manatus manatus*) en la  
laguna Conil, Área de Protección de Flora  
y Fauna Yum Balam, Quintana Roo,  
México  
72 p.  
2018

“Si hay magia en este planeta, está contenida en el agua.”

Loren Easley



## Agradecimientos

A la UNAM, por las invaluable enseñanzas y experiencias que en ella obtuve, por las personas que me permitió conocer y por las múltiples oportunidades de enriquecimiento que me brindó. No podría sentirme más orgullosa de pertenecer a la universidad más magnífica.

Al Dr. Fernando Córdova, el pez más increíble que yo haya podido conocer. Te agradezco creer en este proyecto desde el principio y acompañarme en este largo camino llamado tesis. Necesitaría más hojas para agradecerte por la oportunidad de ser tu alumna, por toda la ayuda, por la asesoría, por lo vivido y lo aprendido. Gracias por dejarme conocer a tan buen investigador pero sobre todo el gran ser humano que eres. Te estimo mucho, eres el mejor maestro. Mi admiración eterna.

A la Dra. Nataly Castelblanco por sumarse a esta aventura, por el acompañamiento, seguimiento, su disponibilidad y sus siempre útiles comentarios del proyecto. Muchas gracias por introducirme al mundo del estudio del manatí. Sin duda, sin su apoyo esta tesis no sería lo mismo. Gracias infinitas.

A mi mamá, por ser la persona más preciosa y sabia de este universo. Gracias por soportar todas las veces que te leí esta tesis y ayudarme a corregirla. Por brindarme tu apoyo y todo lo necesario para continuar. A mi hermano, por ser mi cómplice en todas las aventuras, por su comprensión, interés y cuidado. Por empaparte de este proyecto y hacerlo tan tuyo como mío. A mi papá, por lo vivido y por enseñarme la fortaleza que la vida requiere. A mis tíos Lulú, Rubén y Eli que siempre me apoyan y han creído en mí, igual que mis abuelitos que me enseñaron a decir “no” y a cuidarme de los bichos cuando salgo a campo.

A los miembros de Manaholchi por la gran pasión que tienen por la vida, en especial a la familia Ávila Ávila, sin ustedes esta tesis no sería posible, muchas gracias por darme todo el amor y apoyo necesario para realizarla, su entusiasmo por la conservación no tiene igual. Son los seres humanos que el mundo merece y el futuro se los recompensará. Siempre serán mi familia en Holbox.

A mis amigos Ale, Rubí, Andy, Frida, Pablo, Sandy V. Rodrigo, Marianna, Diana, Diego, Sandy S., Lucero y Jorge, gracias por todas las risas, llanto, platicas, fiestas, viajes y comida que compartimos. Son los mejores biólogos y amigos, su interés por la investigación siempre me inspira. A mi mejor equipo, Fernanda Pacheco. Gracias por las pláticas infinitas, prácticas de campo inolvidables, clases impartidas y compartidas y por tu inigualable apoyo durante este proyecto.

Al Dr. Luis Zambrano González por prestarme el equipo necesario y abrirme un espacio en el Laboratorio de Restauración Ecológica para desarrollar mi tesis.

A los queridos miembros del jurado, Dr. Medrano González, Dr. Olivera Gómez y Dr. Zambrano González por su disponibilidad, atención, revisiones y valiosos comentarios que complementaron y enriquecieron este proyecto de la mejor manera.

A los profesores y alumnos de la Facultad de Ciencias por sus enseñanzas, sobre todo a los integrantes del Taller de Análisis Integral de Sistemas Socioambientales, a los compañeros y espectaculares amigos que encontré ahí.

A los habitantes de Holbox y Chiquilá por su hospitalidad, buena voluntad y que con mucho entusiasmo aceptaron ser entrevistados para este proyecto. Espero regresarles un poquito de todo lo que me enseñaron.

# Índice

Introducción.....	8
Objetivos .....	18
Materiales y métodos.....	18
Sitio de estudio.....	18
Colecta de datos .....	20
Análisis de datos .....	24
Resultados.....	25
Registros históricos .....	25
Uso del hábitat .....	28
Conocimiento local.....	33
Relación de la población con el manatí .....	39
Discusión.....	40
Avistamientos .....	40
Parámetros fisicoquímicos .....	42
Conocimiento local.....	45
Conclusiones .....	47
Literatura citada .....	49
Anexos.....	57

Velázquez-Mendoza, C. 2018. Análisis de la distribución, uso de hábitat y conocimiento local del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en la laguna Conil, Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, Quintana Roo, México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Ciudad de México, 72 p.

## Resumen

El manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) es una especie en peligro de extinción. Solían ser numerosos en el Caribe pero actualmente parece existir un descenso en las poblaciones de estos organismos debido a una continua disminución de la calidad y cantidad de hábitat disponible. En años recientes, aparentemente hubo un incremento en los avistamientos de esta especie en la laguna Conil, la cual forma parte del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, Quintana Roo. Por ello, en el presente estudio se analizó la distribución, uso de hábitat y conocimiento local del manatí en la laguna Conil. Se realizó una recopilación bibliográfica de los datos disponibles de avistamientos de manatí desde el año 2010, año en el que comenzaron los monitoreos comunitarios de la especie por parte de la organización Manaholchi. Se obtuvieron datos de registro de 13 avistamientos, con diferente número de individuos y la mayoría agrupados cerca del río Yalikín. Asimismo, se realizaron recorridos en lancha en los que se observó a la especie en dos ocasiones y se utilizó un dron para obtener evidencias de los avistamientos. Para determinar el uso de hábitat, se midió: oxígeno disuelto, vegetación, temperatura y profundidad del agua en 43 puntos de muestreo divididos en cuatro zonas de estudio a lo largo de la laguna. También, se analizó el conocimiento local por medio de entrevistas a los pobladores, con ellas se recopiló información acerca de la distribución del manatí, comportamiento, amenazas, la relación de los habitantes y la especie y sobre su uso en la alimentación. Los resultados muestran que, aunque la mayoría de los avistamientos son en el río Yalikín, todas las zonas de estudio poseen las condiciones adecuadas para la subsistencia del manatí. Por lo que se puede inferir que la poca presencia de estos organismos en las diferentes áreas no depende enteramente de las condiciones fisicoquímicas medidas, sino que se debe a otros factores biológicos o antropológicos. El presente estudio ofrece información clave para desarrollar estrategias de conservación que protejan al manatí especialmente por el acelerado crecimiento urbano y turístico en la zona.

## Introducción

Actualmente nos enfrentamos a una crítica disminución en la diversidad biológica, causada principalmente por la pérdida de ecosistemas naturales, la contaminación del agua, aire y suelo (Monroy-Vilchis, 2007). En respuesta a esta problemática mundial, en las últimas décadas ha habido un creciente interés por medir, evaluar y buscar alternativas para aminorar el impacto de las actividades humanas, desde perspectivas tanto teóricas como prácticas (Soulé y Sanjayan, 1998; Monroy-Vilchis, 2007). Una de las estrategias prioritarias de conservación son las Áreas Naturales Protegidas (ANP) aunque no siempre son efectivas para reducir los impactos a los ecosistemas debido a que la conservación también está ligada a diversos procesos sociales, políticos, económicos y culturales (Figueroa y Sánchez-Cordero, 2008).

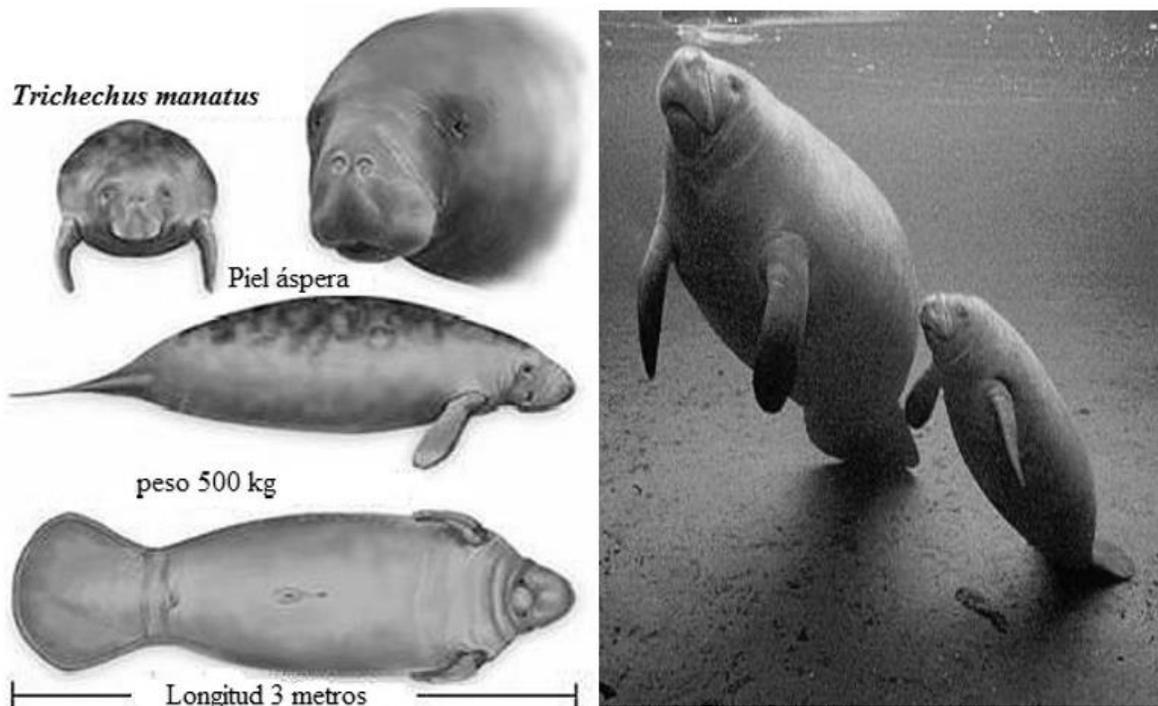
Un ANP es un espacio sujeto por ley a protección debido a la importancia de su biodiversidad y a sus recursos naturales (Primack, 2008). Este espacio puede ser tanto terrestre como marino. Sin embargo, solamente el 1% de los ecosistemas marinos están incluidos en áreas de protección y sólo una pequeña fracción de este porcentaje está bajo protección efectiva (Primack, 2008; FAO, 2012). Dependiendo de la categoría, en las ANP se regulan y restringen ciertas actividades humanas, con el objetivo de minimizar su impacto en los ecosistemas. Para lograrlo, se establece un protocolo para su uso y manejo y en algunos casos para su restauración. Así, este plan de manejo busca que se preserven, manejen o recuperen parcial o totalmente las propiedades de los ecosistemas y su biodiversidad (CONANP, 2012).

Otra estrategia de conservación importante a nivel mundial es la protección de especies de importancia ecológica, económica y/o cultural mediante leyes y normas internacionales y nacionales (Barrena, 2012). Asimismo, se protegen especies que se encuentran en riesgo de extinción (IUCN, 2016). La protección de especies involucra la prohibición de su aprovechamiento, la regulación de su uso, o de las actividades que causen alteraciones negativas en sus poblaciones (CITES, 2013). Un grupo de especies protegidas son las pertenecientes al orden Sirenia el cual se divide en las familias Dugongidae (*Dugong dugon*) y Trichechidae en la que se encuentran las tres especies de manatíes, el manatí amazónico (*Trichechus inunguis*), el manatí africano (*T. senegalensis*) y el manatí de las Indias

Occidentales (*T. manatus*) que a su vez se subdivide en las subespecies *T. m. manatus* (manatí del Caribe o manatí antillano) y *T. m. latirostris* (manatí de Florida) (Merrick *et al.*, 2009).

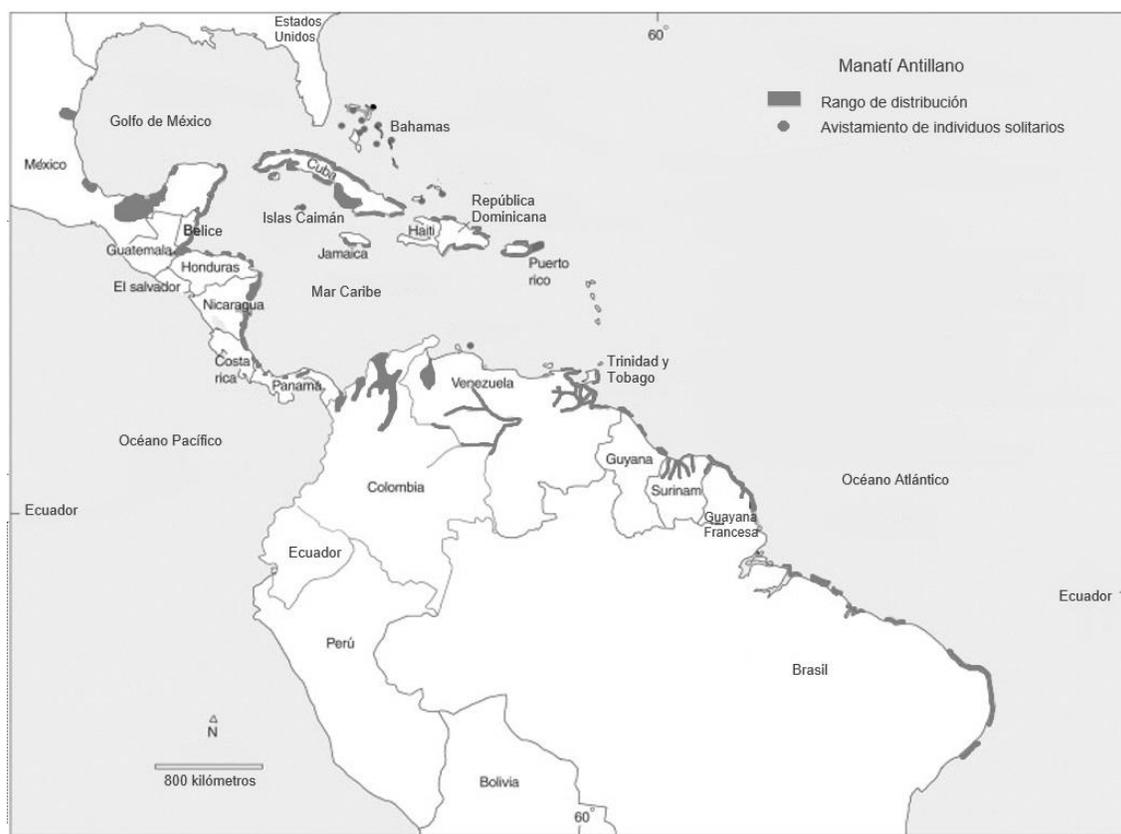
El manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) es un mamífero acuático herbívoro. Su cuerpo es grande y fusiforme, de color gris o pardo, carece de extremidades posteriores, las extremidades anteriores presentan uñas en la parte dorsal y la cola tiene forma de espátula horizontalmente aplanada. Su hocico es chato con labios carnosos y flexibles, posee vibrisas cerca de las narinas y sus ojos son pequeños con una membrana translúcida que les permite ver bajo el agua. Los adultos miden aproximadamente 3 metros de largo y pesan entre 350 y 500 kilogramos. Los manatíes son esencialmente solitarios pero cuando la hembra está en etapa de estro, se pueden llegar a formar grupos de hasta 17 machos y una hembra (Hartman, 1971).

En cautiverio, se ha reportado que los manatíes viven hasta más de 60 años, pero sus procesos reproductivos son lentos, ya que se calcula que son reproductivamente maduros hasta alrededor de los cinco años (Marmontel *et al.*, 1992; Quintana-Rizzo y Reynolds, 2010; Gómez *et al.*, 2011). Sin embargo, se ha reportado que este evento se puede retrasar hasta los ocho o diez años (Marmontel *et al.*, 1992). Las crías generalmente son amamantadas por más de 18 meses y permanecen con su madre durante uno o dos años (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2012b) por lo que el intervalo entre nacimientos es de tres años y el periodo de gestación puede ser de entre 11 y 13 meses (Marmontel *et al.*, 1992; Álvarez, 2010). En cuanto a la senescencia reproductiva, las hembras pueden reproducirse hasta alrededor de los 40 años de edad (Nourisson, 2011).



**Figura 1.** Morfología del manatí (*Trichechus manatus*). Modificado de O'Shea (2015)

El manatí antillano se distribuye principalmente en ambientes costeros y ribereños desde México hasta Brasil, incluyendo las Antillas Mayores y Trinidad y Tobago (Quintana y Reynolds, 2010). En el Programa Regional de Manejo para el Manatí Antillano se compilaron datos de diversos países que han estimado el tamaño de la población de *T. m. manatus* dentro de sus límites geográficos y se calcula una población total de alrededor de 6,700 especímenes con base en datos disponibles y entrevistas a expertos locales (Quintana y Reynolds, 2010; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2012b). En México, la costa del Caribe es donde se tienen las estimaciones más confiables del número mínimo de manatíes (Morales-Vela *et al.*, 2000). Sin embargo, no existe una estimación sistemática actualizada de esta subespecie (Álvarez-Alemán *et al.*, 2013).



**Figura 2.** Distribución de *Trichechus manatus manatus*. Modificado de Reynolds *et al.* (2009)

Los estados de Texas en Estados Unidos y Tamaulipas en México son considerados los límites entre la subespecie de Florida y la del Caribe (Lefebvre *et al.*, 2001). En México, la distribución histórica del manatí antillano se extendía desde Tamaulipas hasta Quintana Roo (Lefebvre *et al.*, 2001). No obstante, la sobreexplotación para el consumo de su carne y la pérdida de hábitat por el creciente desarrollo costero fragmentaron su distribución (Ortega-Ortiz *et al.*, 2004).

En Tamaulipas, no existe mucha información acerca de la abundancia actual de los manatíes en el estado, a pesar de ello se han observado esporádicamente en la zona. Por ejemplo, en el río Soto la Marina se observaron tres o cuatro manatíes en temporada de lluvias (Lazcano-Barrero y Packard, 1989) y se piensa que todavía habita una población en el río Pánuco y el sistema lagunar El Chairel-Champayán (Lazcano-Barrero y Packard, 1989; Colmenero, 1991; Ortega-Ortiz *et al.*, 2004; Daniel-Rentería *et al.*, 2010). En Veracruz, según entrevistas

a pobladores, se veían grupos grandes de manatíes alrededor de 1986 (Serrano *et al.*, 2007), pero recientemente se realizó una estimación de densidad y abundancia del manatí a lo largo del Sistema Lagunar de Alvarado el cual indicó la presencia de sólo 121 individuos, por lo que se piensa que las poblaciones de manatí en Veracruz están al borde de la extinción (Serrano *et al.*, 2017). En contraste, las poblaciones más numerosas de manatíes se encuentran en los estados de Tabasco (Arriaga, 2013; Puc-Carrasco *et al.*, 2016), Chiapas (Rodas-Trejo *et al.*, 2008), Campeche (Acevedo-Olvera *et al.*, 2015) y Quintana Roo (Morales-Vela *et al.*, 2003).

Los principales factores que condicionan la preferencia del manatí antillano a un determinado hábitat son la cercanía o presencia de fuentes de agua dulce (Powell y Rathbun, 1984; Rathbun *et al.*, 1990; Lefebvre *et al.*, 2001; Olivera, 2002; Olivera-Gómez y Mellink, 2005; Landero *et al.*, 2014). Pese a que se han observado manatíes en vida silvestre bebiendo de fuentes artificiales de agua dulce (Deutsch *et al.*, 1998), la relación entre estos aún no es clara (Olivera-Gómez y Mellink, 2005). Estudios fisiológicos indican que algunas de las adaptaciones de los manatíes para vivir en ambientes salobres es la capacidad de concentrar sales en la orina (Hill y Reynolds, 1989), la reducción de la ingesta de agua salada (Ortiz *et al.*, 1999) y el probable uso de agua metabólica (Hill y Reynolds, 1989). Sin embargo, desde un punto de vista energético, llevar a cabo dichos procesos podría ser costoso por lo que resultaría ventajoso permanecer cerca de las fuentes de agua dulce (Olivera-Gómez y Mellink, 2005).

Los manatíes son herbívoros, consumen entre el 5% y el 10% de su peso total, se alimentan principalmente de pastos marinos y macroalgas, dedican alrededor de seis a ocho horas diarias a la alimentación, por lo que la disponibilidad de alimento también es determinante para su presencia (Colmenero y Hoz, 1985; Axis-Arroyo *et al.*, 1998; Olivera, 2002; LaCommare *et al.*, 2008; Landero *et al.*, 2014). Estudios indican que en la Bahía de Chetumal predominan en la alimentación del manatí: *Halodule wrightii*, *Thalassia testudinum*, *Ruppia maritima*, *Rhizophora mangle*, *Chara* sp. y *Najas* sp. (Castelblanco-Martínez, 2010).

Otro factor importante para la estancia del manatí es la profundidad del agua (no mayor a cinco metros), debido a que el agua somera permite el crecimiento de la vegetación acuática

y generalmente está asociada a la vegetación de orilla. Además, los manatíes suelen resguardarse en áreas coseras de aguas calmadas (Hartman, 1979; Olivera-Gómez y Mellink, 2005; Landero *et al.*, 2014). La temperatura del agua (mayor a 17 °C) es otro factor fundamental para el manatí debido a su limitada capacidad de termogénesis relacionada con su baja tasa metabólica (Lefebvre *et al.*, 2001; Laist, 2005; Daniel-Rentería *et al.*, 2012). La exposición prolongada a bajas temperaturas causa en el manatí el síndrome de estrés por frío, provocando una cascada de desórdenes crónicos como lesiones cutáneas y degeneración del tejido cardíaco que incluso los puede llevar a la muerte (Laist, 2005). A pesar de que los manatíes se desplazan con facilidad en intervalos de salinidad de agua dulce y marina, también es un factor determinante para su presencia dado que prefieren ambientes menores a los 25000 ppm (Castelblanco-Martínez, 2010).

En cuanto a la importancia de este mamífero marino, el manatí es fundamental para mantener la dinámica del ecosistema debido a que contribuye al reciclaje trófico y a la limpieza de vías acuáticas por medio del consumo de plantas y pequeños animales (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2012a; Rodas-Trejo, *et al.*, 2012). Por ejemplo, se ha demostrado que durante el pastoreo los sirenios alteran la calidad nutricional de las praderas, al promover rebrotes jóvenes de hierba marina (Aragones *et al.*, 2006). Incluso, de acuerdo con un modelo de masa-balance trófico, en sitios con poca abundancia de pastos marinos como la Bahía de Chetumal (Quintana Roo, México), la disminución de la densidad poblacional de los manatíes podría provocar la degradación del sitio en términos nutricionales y funcionales (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2012a). El manatí también se considera de gran valor para la conservación de la biodiversidad, ya que se le cataloga como una especie sombrilla porque su necesidad de grandes áreas de uso abarca el de especies más pequeñas, de modo que al proteger esas áreas se preservan especies del mismo ecosistema (Daniel-Rentería *et al.*, 2010).

Adicionalmente, los manatíes desempeñan un papel importante en la economía, la cultura y las tradiciones de algunos pueblos indígenas, especialmente en las comunidades mayas asentadas cerca de la costa del mar Caribe. Esta importancia se ve reflejada en la existencia de mitos y leyendas en torno a la especie. En esta región el manatí se consideraba una importante fuente de recursos, ya que de él se obtenía carne, grasa, piel y huesos, a partir de



los cuales podían realizar artesanías como figuras talladas, instrumentos musicales e incluso utensilios para la pesca (McKillop, 1985; SEMARNAT, 2001; Quintana-Rizzo y Reynolds, 2010; Rodas-Trejo *et al.*, 2012).

Estudios previos y registros históricos indican que las poblaciones de manatíes en el Caribe solían ser numerosas en la década de 1970 y 1980 (Colmenero, 1991). Actualmente, a pesar de que la calidad y cantidad de datos varían de un país a otro, hay consistencia con respecto a una continua disminución de manatíes pero sobre todo de la calidad y cantidad de hábitat disponible (Deutsch *et al.*, 2008). Entre las principales amenazas para la supervivencia del manatí destacan la caza, la contaminación del agua y la reducción de su hábitat, las cuales interfieren con el aumento de poblaciones potenciales y pueden estar acelerando su disminución poblacional (Pablo-Rodríguez y Olivera, 2012) e incluso en algunos casos han desaparecido poblaciones enteras de algunas áreas geográficas (Lefebvre *et al.*, 2001). Si no se aplican acciones efectivas de conservación, se estima una disminución de más del 20% de individuos en las próximas dos generaciones (aproximadamente 40 años) (Deutsch *et al.*, 2008).

Debido a esta problemática, se realizan esfuerzos regionales, nacionales e internacionales para elaborar programas y/o acuerdos para proteger a los manatíes y sus hábitats (Quintana-Rizzo y Reynolds, 2010). A nivel internacional, esta especie se encuentra protegida por el Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas (SPAW) del Convenio de Cartagena (o Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe). Entre las medidas de protección está la “prohibición de la pesca, caza y captura o recolección de especies de fauna y flora amenazadas o en peligro de extinción y de sus partes o productos” (UNEP, 1990). Pese a que México participó en las negociaciones del protocolo SPAW, no es parte de este acuerdo. Los manatíes también se encuentran en el Apéndice I de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). En este Apéndice se incluyen las especies que tienen un mayor grado de peligro de extinguirse y la CITES “prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales” (CITES, 2013). La especie *T. m. manatus* está en el listado de especies

de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) en la categoría “En peligro” porque se estima una reducción importante en el número de individuos (Deutsch *et al.*, 2008; Self-Sullivan y Mignucci-Giannoni, 2008).

En México, la veda de pesca de manatí comenzó a finales de 1921 (SAyF, 1921) y se reafirmó en 1925 con la Ley de Pesca (PNUMA, 1995). No obstante, los esfuerzos de protección se intensificaron a partir de julio de 1975 cuando se incluyó en CITES, en 1982 en el listado de la UICN (Deutsch *et al.*, 2008) y en 1994 en la entonces NOM-059-ECOL-1994 (SEMARNAT, 1994) actualmente NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de especie en peligro de extinción (SEMARNAT, 2010a). Adicionalmente, se encuentra incluida como una especie prioritaria en el Programa para la Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), así como en el Programa de Acción para la Conservación de Especies (PACE) (SEMARNAT, 2010b; Daniel-Rentería *et al.*, 2012; CONANP, 2015).

Actualmente, no se tiene una estimación de la abundancia del manatí en México. Sin embargo, Quintana Roo es el estado donde se ha realizado un mayor esfuerzo de muestreo y se estima una población aproximada de 200-250 individuos (Morales-Vela *et al.*, 2011). Por otro lado, en Yucatán los avistamientos son poco frecuentes y el estado se considera como una zona de tránsito para los manatíes (Morales *et al.*, 2003).

Entre las investigaciones realizadas sobre la distribución del manatí antillano en la zona del Caribe mexicano destacan los sobrevuelos realizados en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1994a) y la estimación de su abundancia en la Bahía de Chetumal (Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1994b). Al igual que, el censo realizado en el año 1996, en el cual se sobrevoló la costa norte y centro norte de Quintana Roo. En este censo se contaron 11 manatíes ubicados entre Tulum y Playa del Carmen (Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1997). En el mismo año se realizó un monitoreo de manatíes marcados con radiotransmisores en la Bahía de Chetumal, para conocer la distribución temporal, los movimientos y el uso del hábitat de los manatíes en esa zona (Morales-Vela y Medrano-González, 1999). En el año 1998 se realizó un estudio sobre las variables asociadas con el uso de hábitat de esta especie en Quintana Roo, en él se caracterizaron variables ambientales y se estableció que el principal factor que determina su presencia es la intensidad del viento

(conforme aumentaba la intensidad del viento, se incrementó el número de individuos en las áreas de resguardo y disminuyó en áreas con aguas abiertas) (Axis-Arroyo *et al.*, 1998). En el año 2000 se determinaron las zonas de mayor uso del manatí en Belice y la Bahía de Chetumal (Morales-Vela *et al.*, 2000). En el año 2002 se realizó una estimación de su abundancia en la Bahía de Chetumal y una evaluación sobre los métodos empleados para los censos de estos organismos (Olivera-Gómez y Mellink, 2002). También en la Bahía de Chetumal se estudió la correlación entre la presencia de manatíes y las características del hábitat a escala local, en este caso todas las variables a excepción del refugio se relacionaron con la concurrencia de manatíes pero en los modelos multivariados, la distancia al agua dulce y la profundidad contribuyeron más (Olivera-Gómez y Mellink, 2005). Además, se llevó a cabo el primer proyecto de marcaje satelital de manatíes en México con el cual se evaluaron con transmisores satelitales los movimientos y áreas de distribución y de uso de 15 manatíes en la Bahía de Chetumal (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2013). Por su parte, en la Bahía de Ascensión se realizó un modelo de distribución con Maxent, el cual mostró la preferencia de los manatíes por la parte interna de la bahía; la salinidad y la profundidad fueron las variables con mayor contribución para la construcción del modelo (Landeró *et al.*, 2014).

Uno de los principales desafíos en investigaciones sobre el manatí antillano es la dificultad de observarlos en vida silvestre debido a las características inherentes a la especie, como la baja densidad de las poblaciones y su comportamiento (Arévalo-González *et al.*, 2010; SEMARNAT, 2010b). Por otro lado, las técnicas de muestreo para su estudio, como los censos aéreos aunque son efectivos donde las características del agua como la transparencia lo permiten (Marsh *et al.*, 2011), no son aplicables en todos los ecosistemas de uso por la especie, por lo que no es común que se desarrollen programas de monitoreo aéreo (Álvarez-Alemán *et al.*, 2013). El estudio de su distribución puede realizarse mediante entrevistas que recuperen el conocimiento local de pescadores y habitantes de comunidades costeras, a partir de lo cual se pueden inferir tendencias en la abundancia, estacionalidad en el uso de hábitat e incidencia de amenazas en un período histórico relativamente largo, sustentado por la transmisión de información de generación en generación (Arévalo-González *et al.*, 2010; Álvarez-Alemán *et al.*, 2013). Además, se pueden identificar los sitios más usados por la

especie. La interacción de las poblaciones humanas con el manatí permite generar conocimiento acerca de la especie, elemento útil en la conservación, pues constituye un espacio para trabajar en la conciencia ambiental de estas personas (Álvarez-Alemán *et al.*, 2013).

El estado de Quintana Roo no solo concentra grupos de manatíes, también tiene una cantidad importante de Áreas Naturales Protegidas (Morales-Vela y Padilla-Saldívar, 2009). Sin embargo, aunque legalmente están protegidas no todas estas áreas cuentan con un programa de manejo que las regule. Tal es el caso del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB), localizada en el municipio de Lázaro Cárdenas. El APFFYB con una superficie de 154, 052-25-00 hectáreas fue decretada el 6 de junio de 1994 por su gran riqueza natural y para contribuir con el proyecto de Conservación de la biodiversidad en los humedales del norte de Quintana Roo (CONANP, 2016).

Se piensa que la Laguna Conil o Yalahau, perteneciente al APFFYB, es una región históricamente importante para los manatíes, ya que se ha reportado que hace cuarenta años estos organismos eran abundantes en esta área (Colmenero y Hoz, 1985; CONANP, 2016) e incluso eran arponeados ocasionalmente para consumo humano (Gallo, 1983). Sin embargo, entrevistas a pobladores locales indican que aparentemente los avistamientos de manatíes se volvieron poco comunes después del huracán Gilberto en 1988 (Morales-Vela *et al.*, 2003). En la década de 1990, se encontraron restos óseos de varios manatíes en la laguna lo que podría evidenciar su uso en actividades de caza esporádica en esa época (Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1997).

En años recientes hubo un incremento en los avistamientos de manatíes por parte de pescadores y guías turísticos, por lo que la organización Manaholchi inició un programa de monitoreo para documentar la presencia de dicha especie en la laguna (Ávila-Canto, 2013, 2014). Asimismo, se han realizado sobrevuelos que corroboraron los avistamientos anteriores con la observación de cuatro manatíes en un vuelo (Quintana-Rizzo *et al.*, 2015). En los últimos años, en el APFFYB su avistamiento es cada vez más frecuente, pero también se han encontrado cadáveres de estos organismos (Ávila-Canto, 2013, 2014; Ávila-Canto *et al.*, 2017).

Por lo tanto, resulta fundamental conocer la presencia y distribución de esta especie en la laguna por medio de un método que integre la información que se pueda obtener del monitoreo en lancha, los registros pasados y el conocimiento local. Esta información podría ser utilizada para el desarrollo de estrategias para la conservación de la zona. Asimismo, permitirá recopilar el conocimiento local de los habitantes sobre esta especie, lo que podría ayudar a conjuntar esfuerzos tanto de pobladores como de autoridades para la protección del organismo.

## Objetivos

**Objetivo general:** Analizar la distribución, uso de hábitat y conocimiento local del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en la laguna Conil.

### Objetivos particulares:

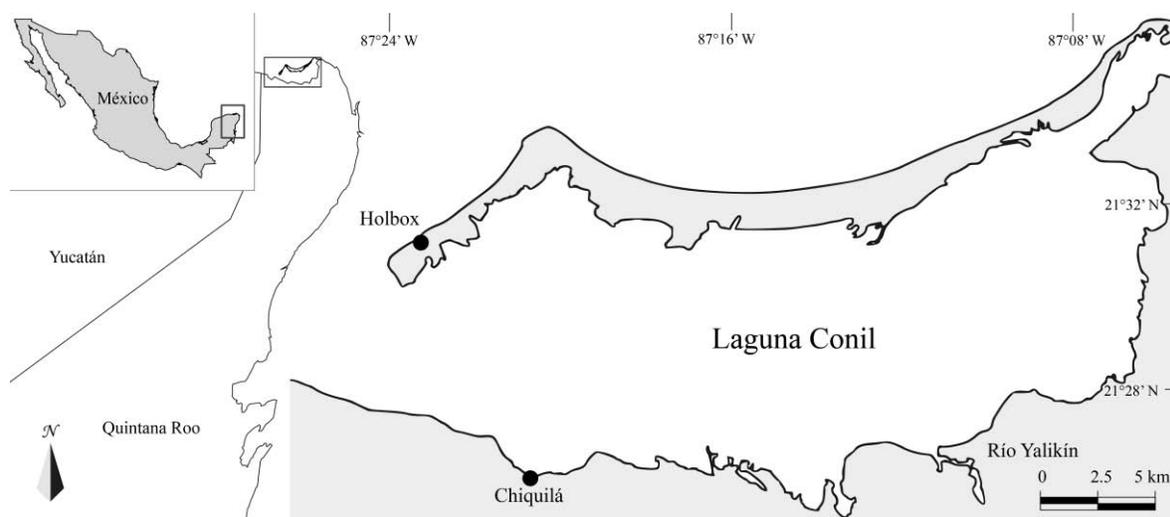
- Recopilar información de la última década sobre la presencia del manatí antillano en la laguna Conil.
- Determinar la presencia actual del manatí en la laguna.
- Caracterizar las variables ambientales y el uso de hábitat del manatí en la laguna.
- Describir el conocimiento de los pobladores que viven en los alrededores de la laguna, sobre la presencia y distribución del manatí, así como sobre diversos aspectos de su comportamiento y principales amenazas.

## Materiales y métodos

### Sitio de estudio

La Laguna Conil o Yalahau ( $21^{\circ}26' - 21^{\circ}36' \text{ N}$  y  $87^{\circ}06' - 87^{\circ} 24' \text{ O}$ ) se localiza en el noreste de la Península de Yucatán, en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam ubicada en el municipio Lázaro Cárdenas del estado de Quintan Roo. Es una laguna costera con una superficie total de 275 km<sup>2</sup>, lo que representa aproximadamente 20% del APFF (CONANP, 2016). La laguna tiene una profundidad que varía entre 30 centímetros y 4 metros, y tiene una longitud de 32 kilómetros en dirección este-oeste y de 8 a 9 kilómetros de ancho en

dirección norte-sur (Morales, 2007; May-Kú *et al.*, 2016). Su substrato está cubierto por pastos marinos principalmente por *Thalassia testudinum* y macroalgas que retienen gran cantidad de sedimentos (May-Kú *et al.*, 2016). La laguna cuenta con zonas de intercambio de agua salada principalmente a través de la boca de aproximadamente 5 kilómetros de anchura y en los ríos Yalikín, Xuxub y Chupepté y su salinidad varía entre 40 y 35 ppm (May-Kú *et al.*, 2016; Remolina, 2003). Se caracteriza por un clima cálido-subhúmedo con lluvias en verano, una temperatura media anual del aire que varía entre los 24.1°C y 27.5°C y presenta una precipitación promedio anual 868.5 mm (Morales, 2007).



**Figura 3.** Ubicación de la laguna Conil en la costa norte del estado de Quintana Roo.

El APFFYB es considerada una de las reservas más importantes de acuíferos del noroeste de la Península de Yucatán, es un sitio de gran biodiversidad con especies endémicas, amenazadas y en peligro de extinción (CONANP, 2016). Se ha estimado que contiene alrededor del 80% de los vertebrados terrestres registrados en Quintana Roo (Berlanga y Faust, 2007). También, es una Región Marina Prioritaria (RMP 62 Dzilam-Contoy), una Región Terrestre Prioritaria (RTP 146 Dzilan-Ría Lagartos-Yum Balam) y una Región Hidrológica Prioritaria (103 Contoy). De igual forma, se encuentra enlistada en el Programa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA SE-42) y en la lista de humedales de importancia internacional de la convención RAMSAR (CONANP, 2016).

En la laguna Conil se distribuyen las cuatro especies de mangle en México, predominando el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle negro (*Avicennia germinans*), de manera menos frecuente el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y ocasionalmente el botoncillo (*Conocarpus erectus*) (Remolina, 2003). En cuanto a la fauna que habita y/o se alimenta en la laguna se destaca la presencia de un gran número de invertebrados, moluscos y crustáceos como la cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*), varias familias de peces como Sparidae, Fundulidae, Cyprinodontidae y Gobiidae, así como rayas y tiburones (Ordoñez-López y García-Hernández, 2005). También habitan tortugas caguama (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), cocodrilos (*Crocodylus moreletii* y *Crocodylus acutus*), aves como el flamenco (*Phoenicopterus ruber*) y el cormorán (*Phalacrocorax auritus*), y mamíferos marinos como el delfín tonina (*Tursiops truncatus*) (CONANP, 2016).

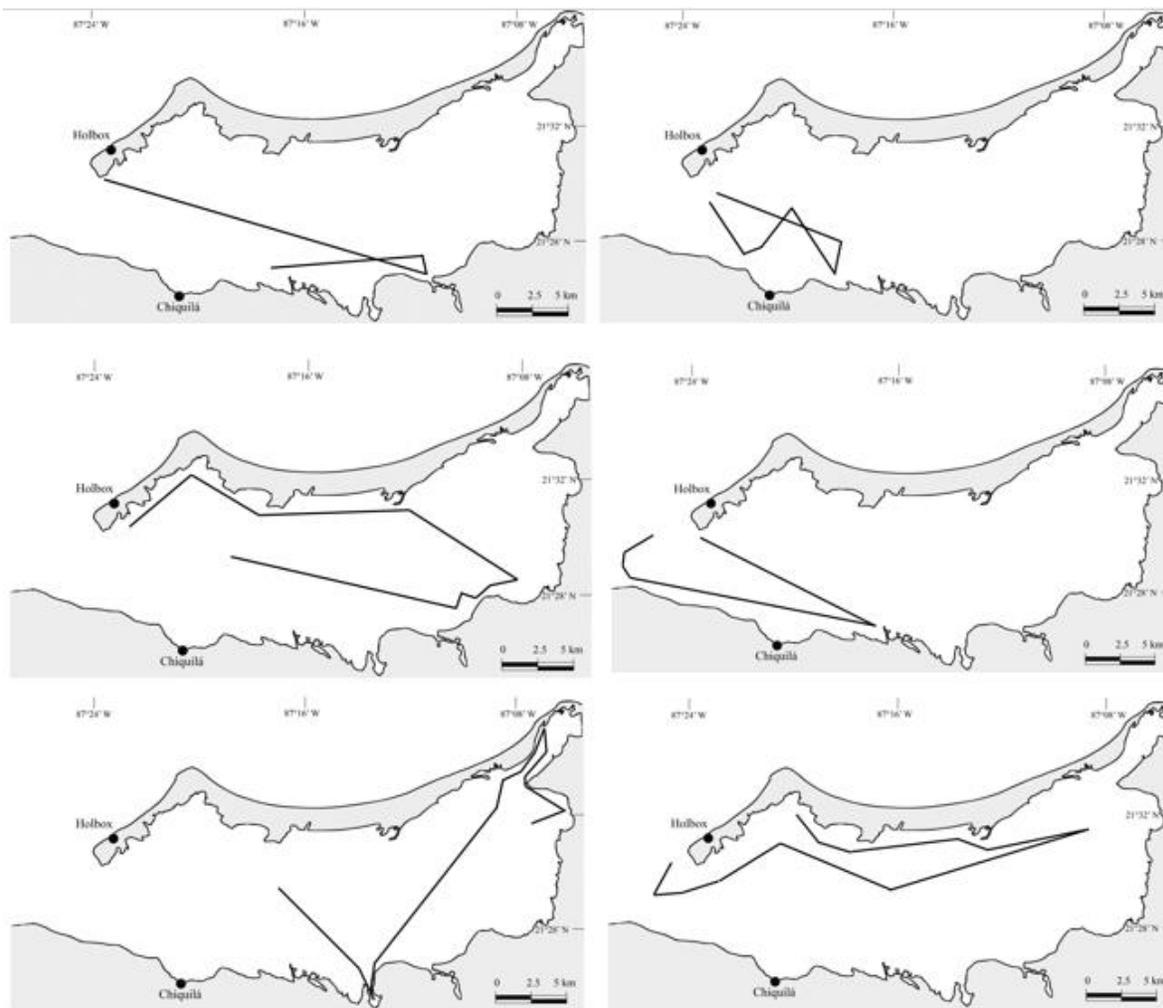
Dentro del APFFYB se encuentran las comunidades de Holbox y Chiquilá y en las zonas de influencia se ubican Kantunilkin, San Ángel, San Eusebio y Solferino (CONANP, 2016). En Holbox y Chiquilá la mayoría de los habitantes se dedican a la pesca y a la prestación de servicios turísticos, mientras que en Kantunilkin, San Ángel, y Solferino predomina la actividad agrícola (CONANP, 2016). El APFFYB, por su belleza natural, ha atraído en años recientes un crecimiento acelerado del turismo. Actualmente, la prestación de servicios turísticos es la actividad económica más importante en Holbox (Berlanga y Faust, 2007), especialmente la observación y nado con tiburón ballena (*Rhincodon typus*), ya que esta zona concentra una de las mayores agregaciones a nivel internacional de la especie (Aldrete, 2010). Otros de los servicios turísticos que se ofrecen es la pesca deportiva y distintos paseos en lancha por el interior de la laguna Conil para la observación de la fauna y flora del sitio (Almanza, 2000).

## **Colecta de datos**

Se realizó una recopilación de los informes generados a partir de 2010, año en el que comenzaron los monitoreos comunitarios de la especie por parte de la organización no gubernamental Manaholchi. Esta organización comunitaria surgió en el año 2010 por el

interés que tienen algunos habitantes de la isla Holbox por la conservación del manatí y la laguna Conil y se ha encargado de monitorear la especie, así como de impartir cursos y talleres de educación ambiental y promocionar la concientización sobre esta especie tanto en la isla como en zonas aledañas. Adicionalmente, mantiene un registro de los varamientos de manatí y otras especies en la laguna.

En el presente estudio se reportan avistamientos esporádicos y asistemáticos de manatíes obtenidos de observaciones de 2011 a 2016. Para determinar la presencia de manatí se realizaron dos salidas de campo, una prospectiva el 23 de Junio y otra del 26 de Octubre al 8 de Noviembre de 2016. En total, se realizaron recorridos en lancha por la laguna Conil durante 8 días. Estos recorridos se hicieron entre las 7:00 a.m. y las 4:00 p.m. tomando en cuenta que es más probable verlos por las mañanas debido a las condiciones de luz, como se establece en protocolos de monitoreo de manatí (Del Valle, 2002; Álvarez, 2010; Álvarez-Alemán *et al*, 2013) y en estudios de ecología y conservación (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2005). En los trayectos se contó con la presencia de al menos 4 y en ocasiones 7 personas observando un área de 360° alrededor de la embarcación, una lancha de 25 pies con motor fuera de borda de 60 HP de 4 tiempos generalmente con una velocidad de  $<10 \text{ km h}^{-1}$  (Álvarez-Alemán *et al*, 2013). La cobertura de la laguna en los recorridos se observa en la figura 4. En total se realizaron 81 horas de esfuerzo de muestreo. Los recorridos tuvieron una duración aproximada de 9 horas en las cuales, por su efectividad en el monitoreo de fauna silvestre difícil de observar (Martin *et al.*, 2012), si se presentaba un avistamiento se confirmaba con binoculares y se sobrevolaba la laguna con un vehículo aéreo no tripulado o drone (Phantom 4) a una altura de 20 metros aproximadamente. Con dicho vehículo se capturaron imágenes georreferenciadas que posteriormente fueron analizadas para verificar el avistamiento. Para cada avistamiento se realizaron anotaciones en un formato preestablecido (ANEXO 1).

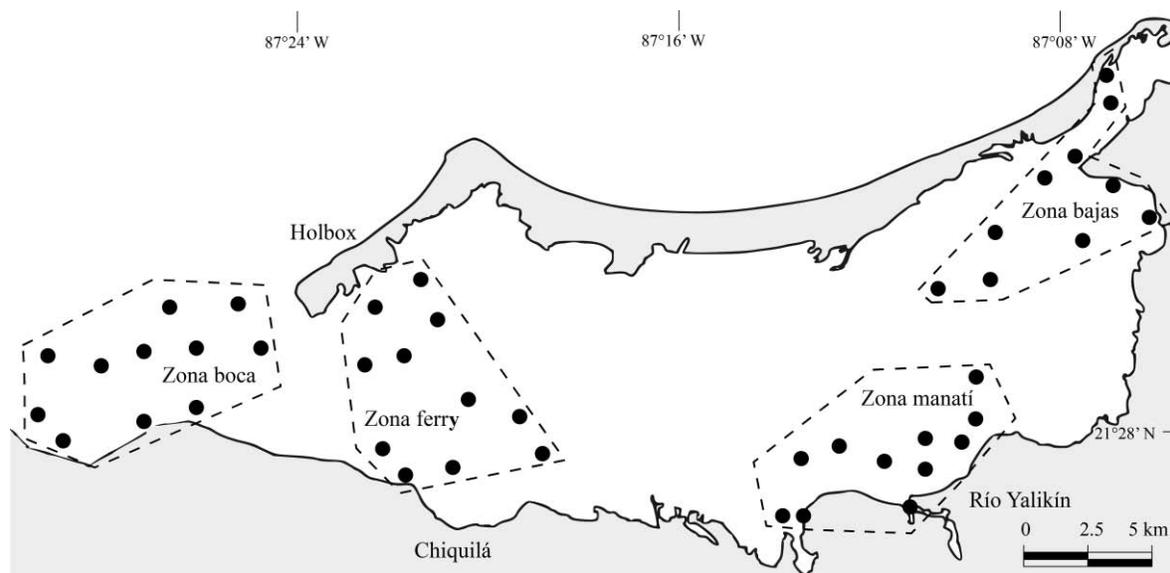


**Figura 4.** Cobertura de los recorridos en lancha por la laguna Conil en Octubre-Noviembre de 2016.

Para caracterizar las zonas de mayor uso del manatí en la laguna, se realizaron mediciones en 43 puntos de muestreo a lo largo de la misma con el objetivo de representar de manera adecuada las distintas zonas de la laguna, dándole prioridad a los sitios donde se había avistado manatí anteriormente. Cada punto de muestreo se georreferenció y se tomaron las siguientes variables: 1) profundidad, utilizando un disco de Secchi con la soga marcada cada diez centímetros; 2) abundancia de vegetación, para la medición de este parámetro se lanzó aleatoriamente, alrededor de la embarcación, un cuadrante de PVC de 1m<sup>2</sup>, cuando este tocaba el fondo se realizaba una inmersión a pulmón con equipo (snorkel) en donde se definía el porcentaje de cobertura de vegetación dentro del cuadrante (Short *et al.*, 2006); 3) el oxígeno disuelto (para medir la calidad del agua), 4) la salinidad y 5) la temperatura, se

midieron utilizando una sonda multiparamétrica marca Hanna modelo HI9828, la cual se mantuvo sumergida en cada punto aproximadamente un minuto y se obtuvo un promedio de los valores registrados cada tres segundos (Axis-Arroyo *et al.*, 1998; Olivera, 2002; Castelblanco-Martínez, 2004; Olivera-Gómez y Mellink, 2005; Jiménez-Domínguez y Olivera-Gómez, 2014; Landero *et al.*, 2014).

Con el programa QGIS 2.18.6 se visualizaron en un mapa los puntos de muestreo georreferenciados de los parámetros fisicoquímicos, se seleccionaron cuatro polígonos dentro de la laguna (zonas “Boca”, “Ferry”, “Manatí” y “Bajas”) procurando que las zonas fueran distantes entre sí y que todas contuvieran la misma cantidad de datos fisicoquímicos y en su caso avistamientos de manatíes (Figura 5).



**Figura 5.** Polígonos seleccionados para el análisis fisicoquímico. De izquierda a derecha zona de “Boca”, “Ferry”, “Manatí” y “Bajas”. Los puntos representan los sitios de muestreo de los parámetros.

Para describir el conocimiento de los pobladores que viven en los alrededores de la laguna, sobre la presencia y distribución del manatí, así como sobre diversos aspectos de su comportamiento y principales amenazas se aplicaron 59 entrevistas. Las entrevistas contenían preguntas relacionadas con la distribución del manatí, temporada y frecuencia de los avistamientos, así como sobre el comportamiento, amenazas, la relación entre los

habitantes y la especie y sobre su uso en la alimentación (Bermúdez-Romero *et al.*, 2004; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2004) (ANEXO 2). El diseño de esta entrevista se basó en la metodología propuesta por Castelblanco-Martínez y Self-Sullivan, (2014), las respuestas fueron grabadas y transcritas para el análisis descriptivo del conocimiento local. Para determinar la distribución de la especie por medio del conocimiento local, se les pidió a los pobladores entrevistados que marcaran los puntos de avistamientos de manatí en un mapa. Todos los puntos de avistamientos del grupo de trabajo, de los pobladores, de registros históricos y de las variables fueron registrados en un mapa utilizando el programa Google Earth. Es importante destacar que, en su inicio, el proyecto fue presentado en la plaza principal de Holbox, en donde se informó a los pobladores los objetivos, métodos del estudio y medios para informar los resultados.

### **Análisis de datos**

Para el análisis del uso de hábitat, los datos fisicoquímicos se agruparon en las distintas zonas (generalmente once por cada parámetro), se realizó un análisis de normalidad y posteriormente una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para comparar entre las zonas utilizando el programa PAST 2.01. Se calculó el promedio y desviación estándar de cada parámetro para cada una de las zonas, dichos datos se graficaron para observar sus diferencias.

En cuanto al análisis de los datos obtenidos en las entrevistas, se realizó la transcripción de las grabaciones en una base de datos donde algunas de las respuestas se categorizaron. Por ejemplo, edad, tiempo viviendo en la región, zonas de avistamiento, temporadas de avistamiento, número de encuentros, causas de muerte, amenazas e importancia del manatí en la región. De igual forma, para facilitar la diagramación, en ciertos casos se optó por el índice: número de avistamientos/número de entrevistados. Se analizaron las respuestas mediante el cálculo de porcentajes y se realizaron gráficas comparativas y descriptivas.

Para el análisis del conocimiento local de las zonas en las que hay manatí dentro de la laguna Conil se calculó el índice de saliencia cognitiva. Este índice indica la relevancia de cada sitio para los entrevistados con la frecuencia de mención de un elemento (F) (en este caso, sitios) entre su posición media en la lista de lugares mencionados (mP) por el total de las entrevistas

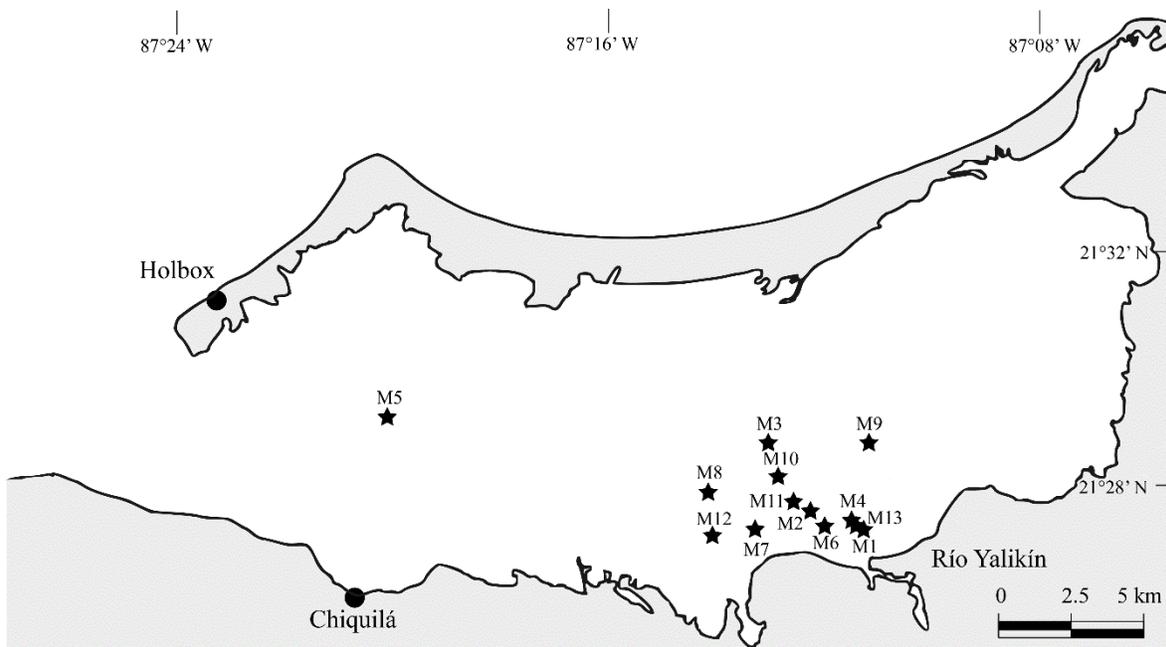
(N) ( $S = F/N * mP$ ) S puede variar entre 0 y 1, los valores más altos sugieren mayor relevancia del elemento (Sutrop, 2001).

## **Resultados**

### **Registros históricos y avistamientos**

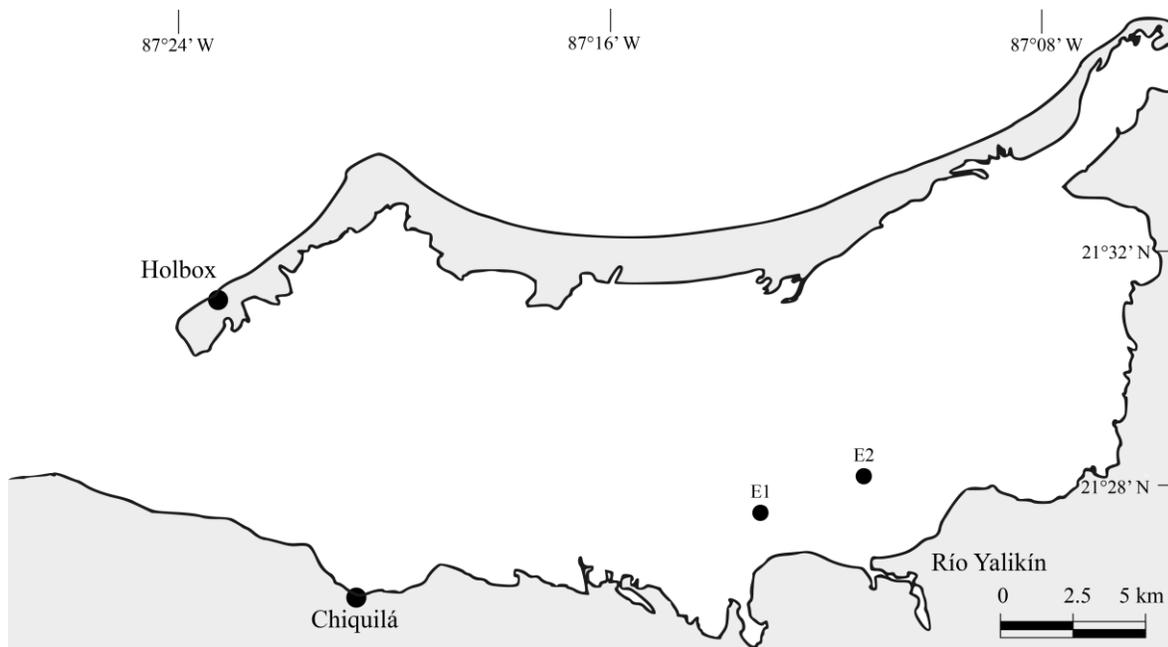
Se obtuvieron los datos originales de los informes dirigidos a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de los más de 20 recorridos realizados por la organización Manaholchi en los años 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, en su mayoría registrados bajo protocolos de avistamiento de la CONANP. Los monitoreos de Manaholchi generalmente se realizaron entre las 9:00 am y las 2:00 pm en transectos lineales cubriendo distancias de 2.5 kilómetros, durante los recorridos se anotaban las horas de inicio, hora de avistamiento de manatíes, hora de salida y llegada al puerto, fecha, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, tipo de marea, visibilidad de fondo, tipo de fondo, número de individuos, crías, juveniles o adultos y actividad que realizaban los manatíes.

En total fueron trece avistamientos, con diferente número de individuos y la mayoría agrupados cerca del río Yalikín (Figura 6). Las fechas de los avistamientos, las claves en los mapas de cada uno y el número de organismos que se observaron en ese punto se muestran en la tabla 1.



**Figura 6.** Recopilación de los registros de avistamiento de manatíes, de 2010 a 2014 en la laguna Conil, efectuados por la organización Manaholchi. Cada punto representa un avistamiento con su respectiva clave (M) numerada en orden cronológico.

En total, de las 81 horas de esfuerzo de muestreo se realizaron dos avistamientos, cada uno con la presencia de dos manatíes. El primer par de manatíes se observó el 23 de junio de 2016 alrededor de las 13:10 p.m. con coordenadas 21°27'09'' N 87°13'06'' registrado con la clave **E1** (Figura 7). En el primer avistamiento, con el fin de obtener evidencia del mismo, se realizó un sobrevuelo con un dron Phantom 4 y se capturó un video en el que aunque no se lograron captar imágenes de los manatíes, se obtuvieron evidencias de su rastro (ANEXO 3). En el segundo avistamiento se observaron dos manatíes el 31 de octubre de 2016 en las coordenadas 21° 27' 47.88" N 87° 11' 17.10" y registrado con la clave **E2** (Figura 7).



**Figura 7.** Puntos de avistamiento de manatíes en la laguna Conil. Cada punto representa un avistamiento con su respectiva clave (E).

Es importante destacar que los avistamientos de Manaholchi y las observaciones realizadas en este estudio, se realizaron principalmente en temporada de secas (de Noviembre a Mayo) y solo el 20% en temporada de lluvias (de Junio a Octubre). También, los grandes grupos de individuos avistados coinciden en el periodo de invierno. Dichos registros se enlistan a continuación e incluyen la fecha, las coordenadas y las claves correspondientes a los mapas anteriores (Figura 6 y 7).

**Tabla 1.** Coordenadas, fechas, número de individuos y clave de cada avistamiento representado en los mapas anteriores. Siendo “M” la clave para los avistamientos realizados por Manaholchi y “E” para los avistamientos del equipo de trabajo de este proyecto.

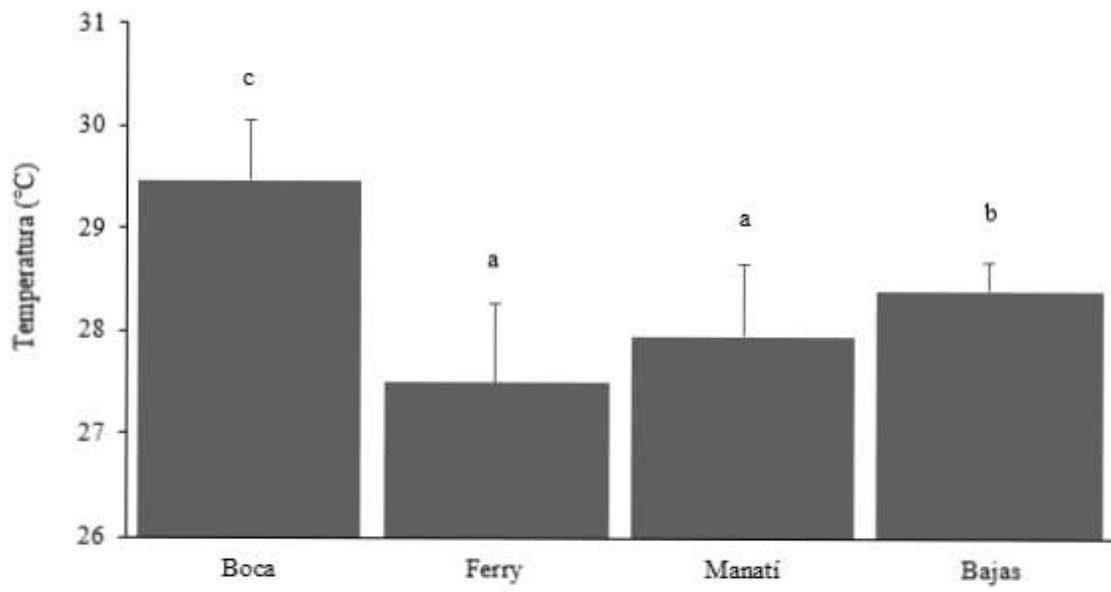
Clave	Número de individuos	Fecha	Coordenadas	
			N	O
M1	>10	25/12/2010	21° 27' 184"	87° 11' 586"
M2	2	04/01/2011	21° 27' 222"	87° 12' 656"
M3	5	20/01/2011	21° 28' 358"	87° 12' 542"
M4	15	20/01/2011	21°27'12.93"	87°11'17.18"
M5	3	11/12/2012	21° 29' 052"	87° 20' 302"

M6	3	15/07/2013	21° 27' 101"	87° 11' 500"
M7	4	15/02/2014	21° 27' 397"	87° 13' 840"
M8	2	15/02/2014	21° 27' 43.04"	87° 14' 0.49"
M9	6	15/02/2014	21° 28' 381"	87° 11' 071"
M10	1	25/02/2014	21° 27' 577"	87° 12' 412"
M11	2	25/02/2014	21° 27' 34.6"	87° 12' 24.7"
M12	2	01/12/2014	21° 27' 003"	87° 13' 552"
M13	3	01/12/2014	21° 27' 809"	87° 11' 151"
E1	2	23/06/2016	21° 27' 09"	87° 13' 06"
E2	2	31/10/2016	21° 27' 47.88"	87° 11' 17.10"

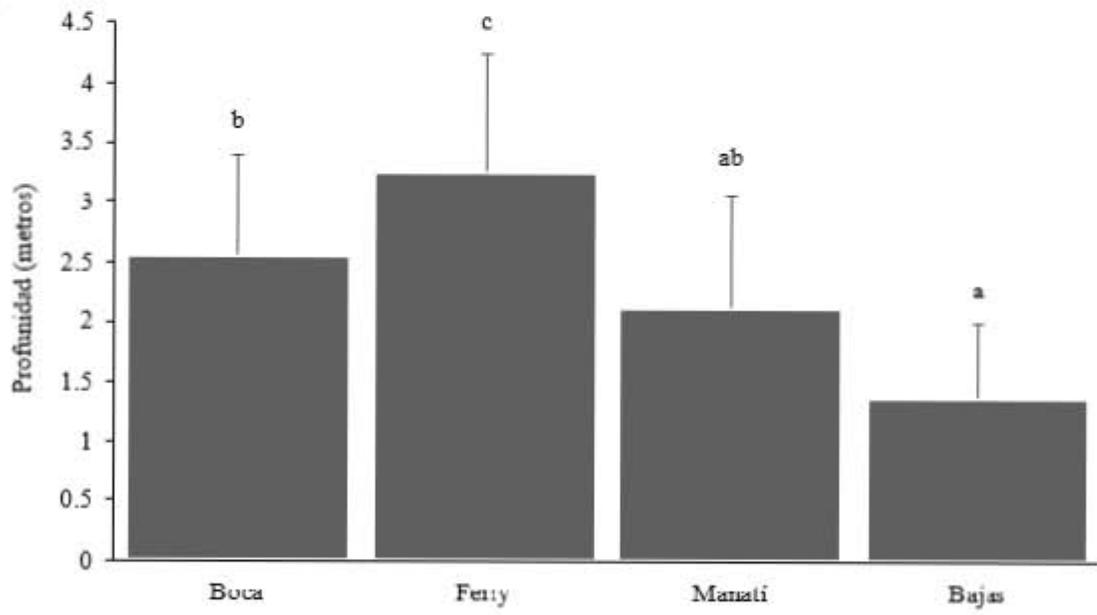
### Uso del hábitat

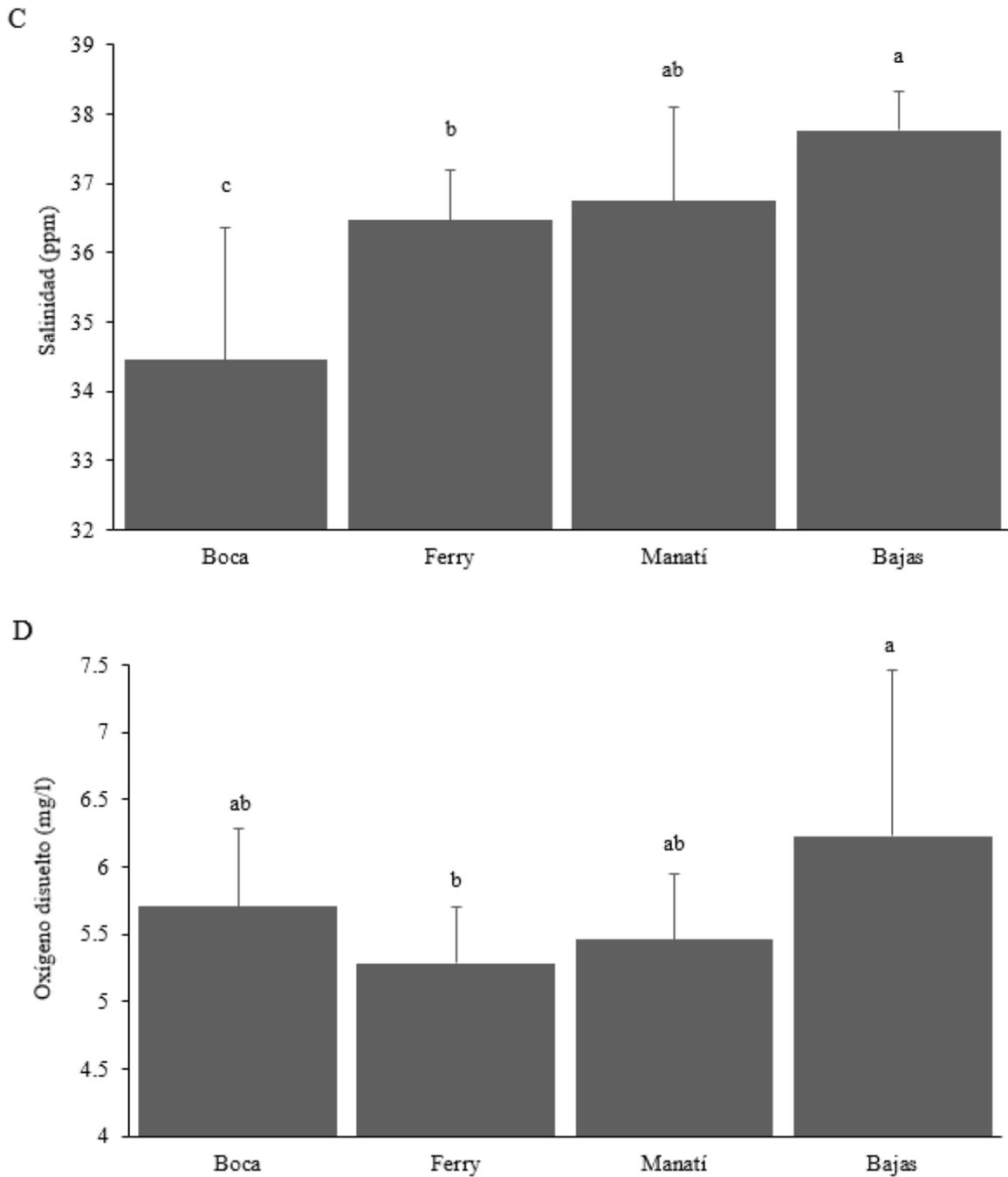
El análisis del uso de hábitat del manatí en la laguna por medio de parámetros fisicoquímicos muestra que la zona de “Boca” tuvo una temperatura promedio significativamente mayor al resto de las zonas, mientras que las zonas “Manatí” y “Ferry” obtuvieron valores más bajos ( $H(3)=24.81$ ;  $p<0.05$ ) (Figura 8A). En el caso de la profundidad, los valores máximos corresponden a la zona “Ferry”, con diferencias significativas con el resto de las zonas ( $H(3)=16.18$ ;  $p<0.05$ ) (Figura 8B). En tanto, se observa un gradiente en la salinidad, comenzando en la zona de “Boca” y aumentando hacia las zonas “Bajas”, además al igual que en la profundidad; la salinidad es similar en las zonas “Bajas” y “Manatí” ( $H(3)=22.79$ ;  $p<0.05$ ) (Figura 8C). Por su parte, el oxígeno disuelto (OD), en general, no superó los 6.5 mg/l y el promedio de la mayoría de las áreas no varió significativamente excepto en la zona “Ferry” ( $H(3)= 5.92$ ;  $p<0.05$ ) (Figura 8D). En la tabla 2 se muestran los valores promedio y desviación estándar de cada parámetro incluyendo las diferencias significativas entre las zonas.

A



B





**Figura 8.** Comparación de los parámetros físicoquímicos tomados en la laguna Conil de las zonas de “Boca”, “Ferry”, “Manatí” y “Bajas”. Zonas con letras minúsculas diferentes denotan diferencias significativas obtenidas por medio de la prueba de Kruskal-Wallis. **A)** Promedio y desviación estándar de la temperatura (°C) ( $H(3) = 24.8$ ;  $p < 0.05$ ). **B)** Promedio y desviación estándar de la profundidad ( $H(3) = 16.18$ ;  $p < 0.05$ ). **C)** Promedio y desviación estándar de la salinidad ( $H(3) = 22.79$ ;  $p < 0.05$ ). **D)** Promedio y desviación estándar de la concentración de oxígeno disuelto ( $H(3) = 5.92$ ;  $p < 0.05$ ).

**Tabla 2.** Promedio, desviación estándar y diferencia de los parámetros fisicoquímicos de todos polígonos. Las letras distintas representan las zonas con diferencias significativas de acuerdo con la prueba Kruskal-Wallis.

	<b>Boca</b>	<b>Ferry</b>	<b>Manatí</b>	<b>Bajas</b>
Temperatura (°C)	29.4 ± 0.6 c	27.4 ± 0.8 a	27.9 ± 0.7 a	28.4 ± 0.3 b
Profundidad (m)	2.5 ± 0.8 b	3.2 ± 0.9 c	2.1 ± 0.9 ab	1.3 ± 0.6 a
Salinidad (ppm)	34.4 ± 1.90 c	36.4 ± 0.7 b	36.7 ± 1.3 ab	37.7 ± 0.5 a
OD (mg/l)	5.7 ± 0.5 ab	5.2 ± 0.4 b	5.4 ± 0.4 ab	6.2 ± 1.2 a

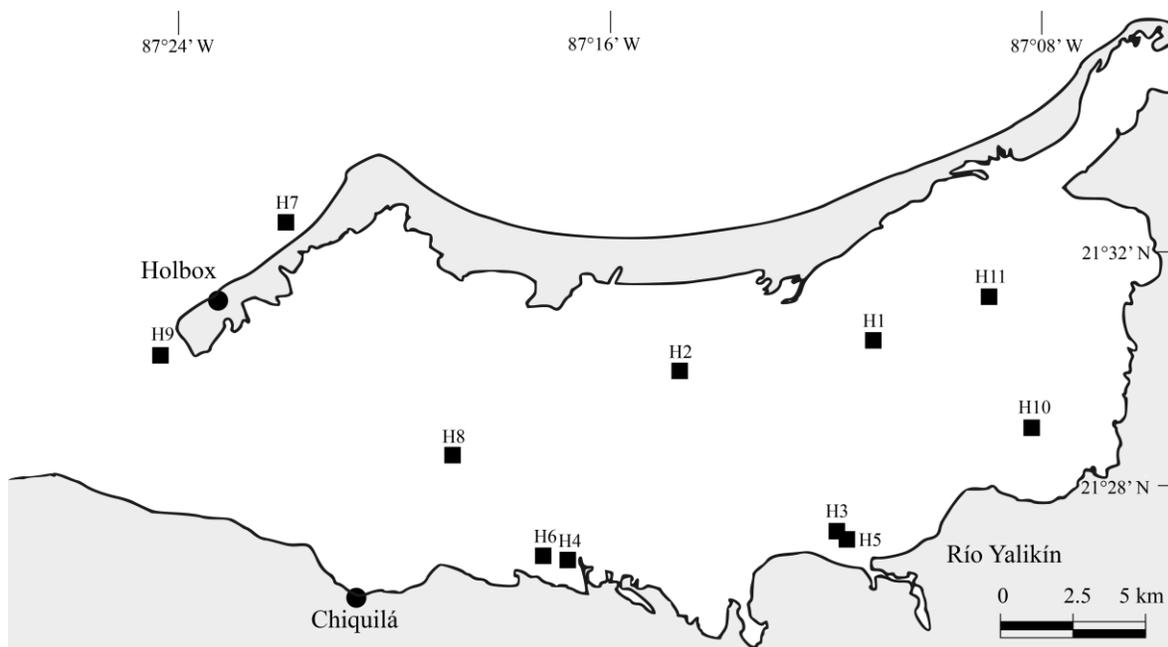
En promedio, el porcentaje de la cobertura de vegetación en todas las zonas fue similar, por lo que al realizar la prueba Kruskal-Wallis ( $H(3)=1.68$ ;  $p<0.05$ ) no se detectaron diferencias significativas entre ninguna de las zonas de estudio. Con respecto a las fanerógamas marinas, en las zonas predominó *Thalassia testudinum* (conocida como “zacate” o “ceibadal” en la región) seguida de *Halodule wrightii* y *Halimeda incrassata*, en menor proporción *Sargassum sp.*, *Udotea sp.* y *Acetabularia sp.*

**Tabla 3.** Promedio, desviación estándar y porcentaje de cobertura de pastos marinos y algas en los puntos de muestreo de los polígonos seleccionados.

Zona	% de cobertura en cada punto de muestreo	Promedio $\pm$ desviación estándar
Boca	100	53.6 $\pm$ 44 a
	100	
	100	
	100	
	0	
	0	
	50	
	10	
	0	
	50	
	80	
Ferry	0	36.8 $\pm$ 44 a
	100	
	80	
	40	
	100	
	0	
	0	
	80	
	5	
	0	
	0	
Manatí	80	40.9 $\pm$ 40 a
	0	
	50	
	5	
	80	
	5	
	40	
	0	
	0	
	100	
	90	
Bajas	20	40.5 $\pm$ 35 a
	40	
	10	
	50	
	50	
	100	
	100	
	10	
	5	
	20	

## Conocimiento local

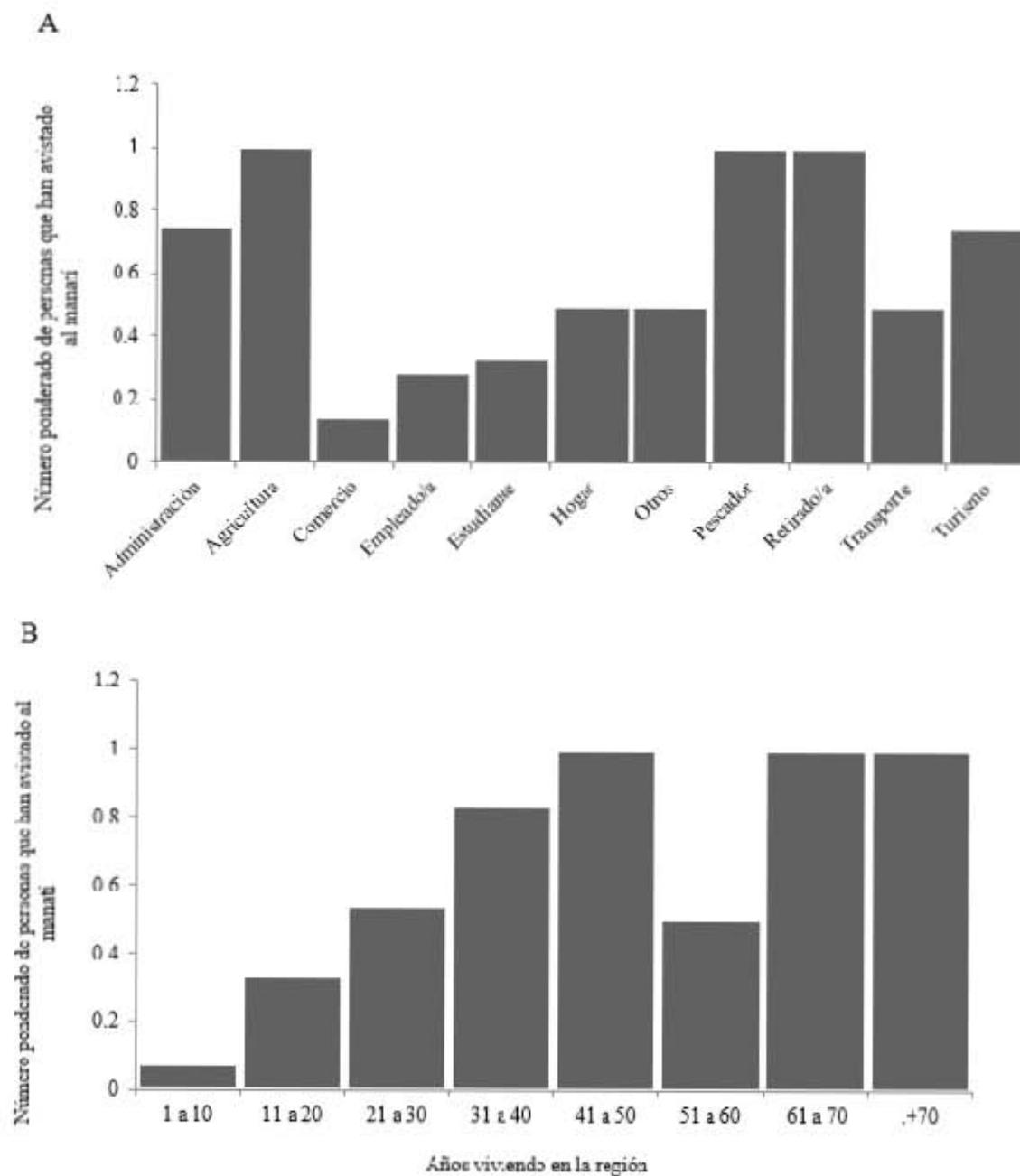
Los pobladores entrevistados que habían visto manatíes marcaron en un mapa los sitios de la observación (Figura 9). En total fueron once avistamientos por parte de los pobladores, en algunos casos, los entrevistados marcaron en más de una ocasión el mapa. En contraste con los mapas anteriores en este los puntos de avistamiento se encuentran más dispersos a lo largo de la laguna y resaltan avistamientos realizados en la región marina.



**Figura 9.** Puntos de avistamiento de manatí en la laguna Conil por parte de los habitantes entrevistados de Holbox y Chiquilá.

Se realizaron 59 entrevistas a pobladores, 8 en Chiquilá y 51 en Holbox, de los cuales el 33.89% fueron mujeres y 66.10% hombres con un rango de edad de 7 a 77 años. Dentro de las actividades económicas que se realizan en Holbox y Chiquilá, destacan la pesca y la prestación de servicios turísticos (tours), ambos se efectúan principalmente en la laguna pero dependiendo de las épocas de auge turístico (arribo del tiburón ballena), de veda y de la abundancia de los organismos de interés estas actividades se pueden realizar tanto en el mar como en la laguna. Por lo que no es raro que los entrevistados que se dedican (o dedicaron) a alguna de dichas actividades hayan visto algún manatí (Figura 10A). Por otro lado, la mayoría de los entrevistados que llevan más de 31 años viviendo en la región han observado

al manatí en la laguna Conil, la disminución de avistamientos que se observa entre los 51 a 60 años viviendo en la región se debe a un efecto de muestreo (Figura 10B).



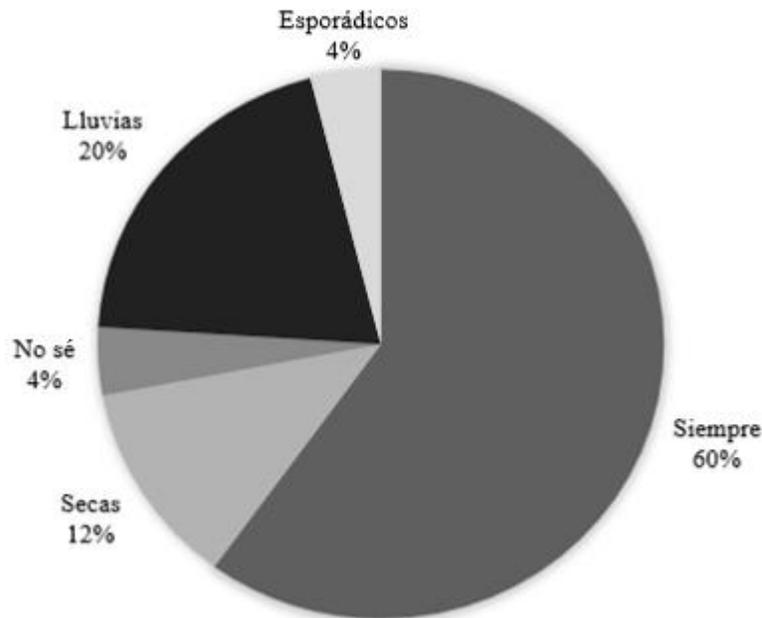
**Figura 10.** Número ponderado de entrevistados que han avistado al manatí (número de personas que han avistado al manatí/número de entrevistados del rango) de 59 entrevistas **A)** con respecto a la actividad que realizan **B)** y los años que llevan viviendo en la región.

Los sitios en donde se han presentado y en donde se sabe que hay avistamientos de acuerdo a los entrevistados, son los que se muestran a continuación en la tabla 4. Los pobladores han visto frecuentemente al manatí en la laguna, en la zona de Yalikín y en los distintos ríos que se conectan con el cuerpo de agua. Los entrevistados que no han observado al organismo, pero conocen de su existencia en el sitio, afirmaron que el manatí se ve en la laguna y menos frecuentemente en el mar, al norte del municipio.

**Tabla 4.** Conocimiento local de las zonas del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam en las que se ha observado al manatí. Los valores más altos sugieren mayor relevancia del sitio para los entrevistados.

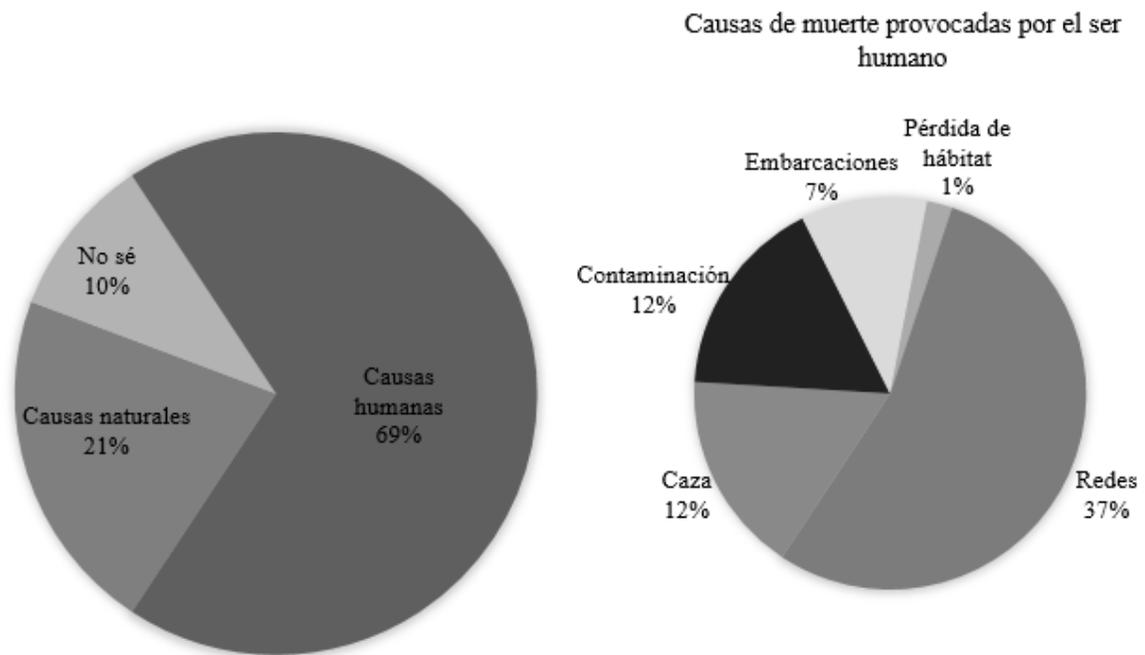
Zonas de avistamiento y conocimiento de la presencia del manatí en el APFFYB	Índice de saliencia cognitiva
Laguna	0.412
Yalikín	0.151
Ríos	0.108
Mar	0.046
Yalahau	0.038
Boca de la laguna	0.033
Cerca de Chiquilá	0.016
Ojos de agua	0.008

De acuerdo al 60% de los entrevistados que habían visto manatí, no existe una temporada con mayor presencia de manatí. Sin embargo, el 20% indicó lo contrario, que se podían ver más cuando es época de lluvias en la zona norte de Quintana Roo (de junio a octubre). El porcentaje restante señaló que se tenían más encuentros en temporada de secas (de noviembre a mayo), que eran esporádicos o que no tenían conocimiento de las temporadas de avistamientos (no sé).



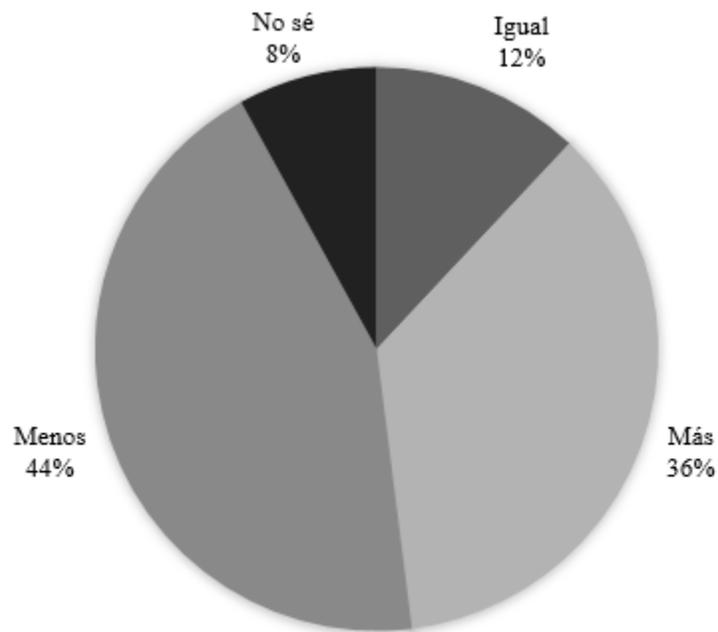
**Figura 11.** Temporadas de avistamiento del manatí consideradas por los 25 entrevistados en el APFFYB que habían visto manatíes vivos. En *esporádicos* se incluyeron los entrevistados que no tenían una idea clara de las temporadas pero sabían que el manatí no estaba permanentemente.

Con respecto a las causas de muerte del manatí en la laguna, se consideraron por parte de los entrevistados, los fenómenos naturales (40%), la vejez (33%) y los depredadores (tiburones y cocodrilos) (27%) como causas naturales. En el rubro de causas de muerte por el ser humano se integraron las redes de pesca en donde los manatíes suelen ser víctimas de la pesca incidental, la pérdida de hábitat, las embarcaciones, la caza dirigida y la contaminación del agua. De lo anterior, destacó con un porcentaje de 37% la presencia de redes de pesca. Todas las categorías se agruparon conforme a las respuestas de los entrevistados.



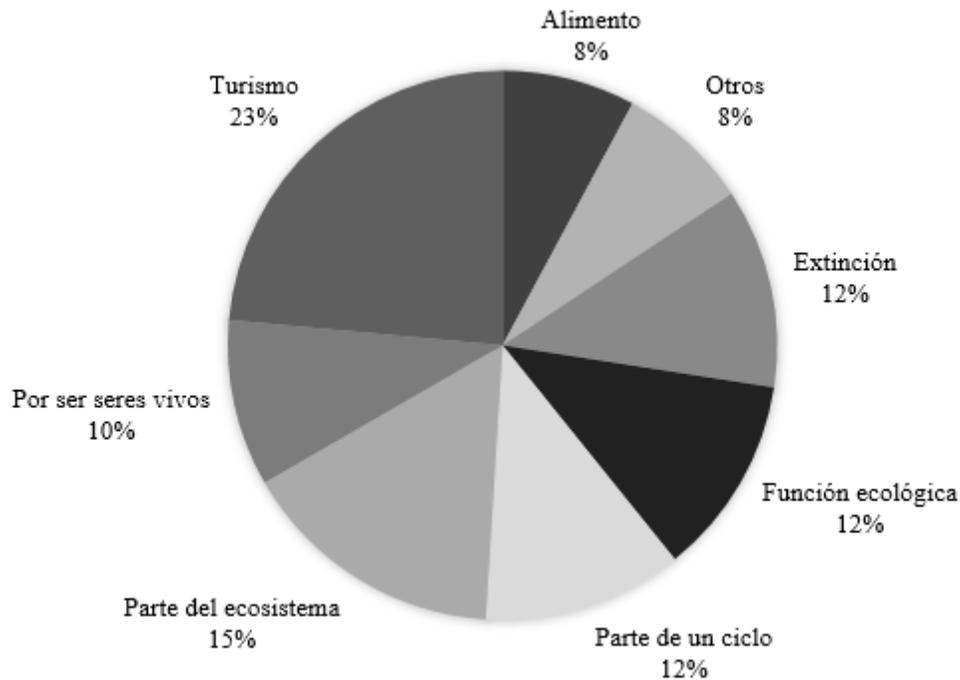
**Figura 12.** Causas de muerte del manatí antillano en la laguna Conil con énfasis en las provocadas por el ser humano. Categorías agrupadas según las respuestas de los entrevistados totales (59).

A los entrevistados que habían observado al manatí se les preguntó sobre la frecuencia de los avistamientos actualmente en comparación a años pasados (aproximadamente 30 años atrás), a lo que el 44% señaló una disminución en la cantidad de individuos, pese a ello, otro porcentaje importante (36%) apuntó lo opuesto.



**Figura 13.** Frecuencia de los avistamientos de manatí actualmente en comparación a años anteriores (aproximadamente 30 años antes) según los 25 entrevistados que han visto manatíes vivos en el APFFYB.

La importancia del manatí antillano en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam para los pobladores podría influir en el comportamiento y las actitudes de estos hacia la especie. Por ello, se preguntó si el manatí era importante en la zona, a lo que el 93% de los entrevistados afirmó que sí, el 2% no lo considera relevante y el 5% desconoce alguna trascendencia del animal. Para los que respondieron que sí, las razones de su importancia se agruparon dependiendo de la respuesta del entrevistado, la más frecuente fue por el valor turístico que le atribuyen a la especie para la región.



**Figura 14.** Causas de la importancia del manatí en Holbox y Chiquilá de acuerdo al 93% de los entrevistados que lo consideraron importante.

### **Relación de la población con el manatí**

Durante la aplicación de las entrevistas surgió información sobre la relación de los habitantes con el manatí (ANEXO 4). Algunos entrevistados recordaron las épocas en las que se cazaba este animal (hace aproximadamente 40 años), comentaron que no era difícil encontrarlos porque suelen dejar una marca en el agua por el sedimento que se levanta cuando transitan sobre la hierba que van comiendo [A4: 1, 6, 15 y 32], una vez que ubicaban a los manatíes, los arponeaban o en ocasiones si había una cría la podían amarrar de la cola, esperar a que la madre llegara y cazar a ambos [A4: 1, 6]. Otro de los métodos de captura que se mencionaron fue el de clavar el arpón en la trompa del organismo para que se ahogara [A4: 32]. Los entrevistados explicaron que las hembras con crías además de cubrirse las mamas chillaban al aprisionarlas [A4: 25, 29, 32]. Para transportar el cuerpo del manatí al pueblo, sumergían la canoa y subían al organismo [A4: 1, 6, 15, 25]. La caza se realizaba mínimo una o dos veces al mes [A4: 1, 15].

En el pueblo, la carne de manatí se vendía con un precio de \$3 (entre 1950 y 1960) [A4: 29, 32], se podía cocinar en pñib (un horno bajo tierra) [A4: 1, 6, 32] o se conservaba la carne curtiéndola en salmuera [A4: 1, 42], también se podía usar la grasa del animal para cocinar otros platillos [A4: 29]. Otro de los usos que le daban al manatí es que cortaban la piel gruesa de la espalda, la clavaban de los extremos en una palmera y se dejaba secar por 15 o 20 días para obtener un bastón [A4: 1, 6, 15]. No se mencionó un uso para los restos óseos del manatí ya que estos simplemente se enterraban [A4: 15, 32]. Uno de los entrevistados compartió una fotografía de las épocas en las que se cazaba manatí y en ella se puede observar a varios hombres cargando el cuerpo de un manatí rodeados de los pobladores (A4: Figura 16).

## Discusión

### Avistamientos

En los avistamientos de manatíes en la laguna Conil el número de individuos generalmente fue superior a uno e incluso se han observado grupos de hasta 15 especímenes, la congregación de dichos organismos es especialmente importante porque los manatíes son de hábitos solitarios y llegan a agruparse principalmente con fines reproductivos como se ha observado en la Bahía de Chetumal (Morales-Vela y Padilla-Saldívar, 2009). Estas agregaciones sugieren que la laguna puede ser un sitio relevante para la reproducción de la especie. Además, estudios de la estructura genética del manatí muestran una diferencia entre las poblaciones de manatíes desde Tabasco hasta Quintana Roo. La diferencia más importante se encuentra entre el Golfo de México y la costa del Caribe (Morales-Vela y Medrano-González, 1999) lo que demuestra la existencia de dos poblaciones de *Trichechus manatus manatus* en México, una en el Golfo de México y otra en la Bahía de Chetumal (Nourisson *et al.*, 2011), siendo la laguna Conil parte de una zona de transición entre ambas, por lo que las implicaciones que esta tiene para el mantenimiento de la diversidad genética, son de suma importancia para la conservación de la especie, pues posibilita la adaptación a los cambios del medio físico y biológico. Al formar parte de una zona de transición, es importante para futuras investigaciones indagar sobre la conectividad de los manatíes de la laguna Conil con la población del Golfo y del Caribe.

Por otra parte, el avistamiento de los grandes grupos de manatíes en la laguna Conil concuerda con épocas de invierno y secas como en lo reportado por Castelblanco-Martínez *et al.* (2009) en el río Orinoco, aunque son ecosistemas distintos. Sin embargo, no existe evidencia de un periodo específico de reproducción de los manatíes. La observación de las agregaciones podría ser por distintos factores como las condiciones de visibilidad de la laguna en el periodo de secas, por ejemplo, el mar en bonanza.

De acuerdo a los registros, los avistamientos tanto de grupos grandes como de individuos solitarios suelen concentrarse en el río Yalikín pero no son el único sitio en el que se han observado, por ejemplo, los pobladores y un sobrevuelo en 2014 (Quintana-Rizzo *et al.*, 2015) indican que se han visto cerca de la boca de la laguna e incluso en el mar, lo que sugiere que probablemente los manatíes entran y salen de la laguna. Este comportamiento podría deberse a que la laguna es un estuario inverso, es decir, es más salino hacia la parte interna. Sin embargo, la alta afluencia de embarcaciones en la zona de “Boca” podría impedir la estancia de los manatíes en esa zona. A pesar de que estos mamíferos marinos pueden habitar en áreas con el gradiente de salinidad que presenta la laguna, la necesidad de este mamífero por el agua dulce puede llevarlos a viajar varios kilómetros hasta encontrarla. Además, los mecanismos que le permiten sobrevivir en agua salada, podrían tener un alto costo energético, por lo que le sería favorable permanecer cerca de las fuentes de agua dulce (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2017) y lejos del tránsito continuo, por lo que el río Yalikín y otras afluentes de agua dulce son ideales.

Con respecto a lo anterior, la presencia de manatíes en el mar o en la laguna puede estar relacionada con la estacionalidad. La mayoría de los avistamientos se realizaron en épocas de secas, resultados similares a los encontrados en un reciente estudio en la Guayana Francesa (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2017) y Belice (Auil, 2004) en donde se cree que cuando es temporada de lluvias se incrementa la disponibilidad de agua dulce y los manatíes tienden a dispersarse, en cambio en temporada de secas el agua disminuye y los manatíes permanecen concentrados en áreas cercanas a fuentes de agua dulce como el río Yalikín. No obstante, no se descarta el hecho de que la temporada de avistamientos no se deba a la disponibilidad de agua dulce, sino que corresponda a un efecto de muestreo. Por ejemplo, el periodo de auge

en el turismo también es un factor importante a considerar, ya que las embarcaciones se concentran en abordar la demanda para el buceo con el tiburón ballena en el periodo comprendido entre Junio y Septiembre, lo que implica que pocas embarcaciones se enfocan en los sitios con menor interés turístico como son las áreas en las que se ha observado con mayor frecuencia al manatí. Las entrevistas muestran que el 60% de los pobladores no consideran la existencia de una temporada específica de avistamientos mientras que el 20% reconoce que hay más observaciones de manatí en la época de lluvias. Por lo tanto se sugiere realizar un monitoreo sistemático en distintas épocas del año para determinar si existe temporalidad en los avistamientos.

### **Parámetros fisicoquímicos**

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, se observó un gradiente de salinidad que va de la boca hacia el interior del cuerpo de agua, este gradiente es característico de la laguna y es provocado por la baja precipitación y alta evaporación en la región, dicho fenómeno se ha documentado históricamente en el área y solamente muestra un ligero cambio en la temporada de lluvias (Morales, 2007; Tran *et al.*, 2008 May-Kú *et al.*, 2016). A pesar de que la laguna cuenta con varias afluentes de agua dulce, estas no son suficientes para contrarrestar el efecto de la evaporación en el estuario inverso. En general, los valores de salinidad reportados para la laguna se mantienen constantes con respecto a estudios anteriores del área y se ajustan al rango de salinidad soportable para los manatíes.

Para el caso del oxígeno disuelto (OD), que es ampliamente utilizado en estudios de calidad de agua, se notó que en los reportes para este parámetro entre los años 1999 y 2001 en la laguna, se presentaban valores promedio máximos de 4.23 mg/l (Tran *et al.*, 2008) y en las zonas estudiadas en esta investigación el promedio fue de 5.62 mg/l este cambio puede deberse a la época climática, ya que se han observado diferencias en este parámetro en temporadas de lluvias y secas (May-Kú *et al.*, 2016). La concentración de OD suele estar influenciada por la temperatura; entre más elevada sea, disminuye la cantidad de OD, lo que resulta especialmente interesante ya que los valores obtenidos en las zonas parecen no seguir este patrón. La zona de “Boca” presentó los valores máximos de temperatura, pero no los mínimos de OD y a pesar de que esta y zona “Manatí” fueron significativamente diferentes

en OD, en temperatura son semejantes. A pesar de ello, las concentraciones de OD también pueden estar influenciadas por otros factores como las corrientes, la mezcla por el viento, el tiempo de estadía del agua y la hora de día de la toma de muestra (Muñoz *et al.*, 2015). Aunque la zona “Ferry” no presentó diferencias significativas con las zonas de “Boca” y “Manatí”, presentó el valor promedio más bajo de OD.

La profundidad máxima registrada en las zonas se ubicó en “Ferry”, al igual que la temperatura mostró diferencias significativas entre la mayoría de los sitios, pero ambos parámetros de la zona “Ferry” entran dentro de los rangos de preferencia de los manatíes. Con respecto a la vegetación, a pesar de que no hubo diferencias significativas entre los grupos, la zona de “Boca” tuvo el porcentaje promedio más alto, probablemente por la confluencia del agua marina y las condiciones fisicoquímicas del sitio que permiten el crecimiento de la vegetación sumergida. En contraste, la zona “Ferry” presentó el menor porcentaje de cobertura de vegetación de todas las áreas. Esta disparidad puede ser consecuencia de la poca transparencia e intensidad luminosa que influyen en la biomasa y área foliar de, por ejemplo, *Thalassia testudinum* en la laguna (Ordoñez-López y García-Hernández, 2005) y/o a la constante perturbación del sitio por el tránsito continuo de embarcaciones de grandes dimensiones (ferry). El resto de las zonas obtuvieron un porcentaje promedio de cobertura de vegetación de 40% predominando *Thalassia testudinum* seguida de *Halodule wrightii*, *Halimeda incrassata*, *Sargassum sp.*, *Udotea sp.*, y en menor proporción *Acetabularia sp.*

Los parámetros fisicoquímicos que tiene la zona “Manatí” podrían indicar el porqué de la preferencia del manatí por ese sitio. La zona presenta una temperatura de 27.9°C, profundidad de 2.1 metros, salinidad de 36.7 ppm, oxígeno disuelto de 5.4 mg/l y 40.9% de cobertura de vegetación, parámetros considerados dentro de los rangos para la supervivencia del manatí y generalmente utilizados para determinar el uso de hábitat de este organismo (Daniel-Rentería *et al.*, 2012; Landero *et al.*, 2014) aunque, en sistemas tropicales la temperatura no parece ser un factor determinante (Axis-Arroyo *et al.*, 1998; Bermúdez-Romero *et al.*, 2004; Olivera-Gómez y Mellink 2005; Jiménez-Domínguez y Olivera-Gómez, 2014). No obstante, con base en los resultados, la zona “Manatí” es semejante en la mayoría

de los parámetros a las demás zonas. Asimismo, las zonas “Boca”, “Ferry”, “Manatí” y “Bajas” están dentro de los rangos reportados de preferencia de los manatíes. Por lo que se puede inferir que la poca presencia de estos organismos en las diferentes áreas no depende enteramente de las condiciones fisicoquímicas medidas, sino que se debe a otros factores biológicos o antropológicos.

La presencia de los manatíes en la zona “Manatí” podría deberse a algún factor fisicoquímico no considerado en el estudio como la intensidad del viento, identificada como principal factor que determina la presencia del manatí en la Bahía de Chetumal (Axis-Arroyo *et al.*, 1998) o ser resultado de factores antrópicos como el tránsito continuo de embarcaciones, ya que a pesar de que la zona “Boca” presenta la menor salinidad y el mayor porcentaje de vegetación, no es la zona con más avistamientos. Aunque la concentración de navíos no es alta en la laguna, el tránsito de botes puede representar una amenaza para los manatíes como se ha reportado en Florida, Puerto Rico, Belice y Brasil (Mignucci-Giannoni *et al.*, 2000; Aipanjuguly *et al.*, 2003; Borges *et al.*, 2007; Castelblanco *et al.*, 2012b). Por ejemplo, en la década de los 80 se registró la presencia de manatíes en la caleta Chakalal pero no se volvieron a observar después del desarrollo turístico de esa área, lo que mostro la fragilidad de ese hábitat por la alteración de la actividad turística (Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1997). Es por ello que las actividades permitidas asentadas en el futuro programa de manejo del APFFYB deberán planificarse cuidadosamente para prevenir colisiones que lesionen a los organismos habitantes de la laguna (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2012b). Sobre todo, con la creciente demanda urbana y turística en Holbox que atraerá un mayor requerimiento de transporte tanto de visitantes como de todo tipo de suministros. De igual forma, se deben apoyar los esfuerzos comunitarios de conservación que contribuyan a la concientización y sensibilización del cuidado ambiental no sólo de los pobladores sino también de los visitantes. Involucrar a los habitantes en la toma de decisiones con respecto a las actividades permitidas en el APFFYB, en el cuidado y monitoreo ambiental podría reforzar la apropiación de los mismos hacia los recursos naturales del ecosistema en el que habitan, fortaleciendo y reproduciendo valores de protección al medio ambiente. En cambio, la exclusión de la opinión de las comunidades y la imposición de los intereses de agentes

externos sin examinar las características ambientales, sociales y geográficas del sitio podrían ocasionar graves consecuencias en el APFFYB.

### **Conocimiento local**

Otro de los factores a considerar son las redes de pesca. Las redes de enmalle o agalleras, que consisten en una pared construidas normalmente con nylon, pueden ocasionar que los manatíes se enreden impidiendo la emersión a la superficie para respirar por lo que mueren asfixiados (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2009). Pese a que en promedio la profundidad de la zona “Manatí” apenas supera los dos metros y es poco probable que los manatíes se asfixien a esa profundidad, este problema fue considerado, por parte de los entrevistados, de las principales causas de muerte de los manatíes en la laguna Conil, seguido de la caza dirigida, la contaminación y las embarcaciones. La laguna Conil alberga gran diversidad de organismos entre ellos muchas especies de interés comercial, de modo que se debe poner especial atención en las técnicas de pesca, ya que la muerte por captura incidental no solo aqueja al manatí sino a distintas especies como delfines, tortugas e incluso cocodrilos y demás especies en peligro de extinción (Zamora-Vilchis *et al.*, 2018). Por lo que resulta necesaria la implementación de estrategias para la optimización de la pesca sin grandes afectaciones a las estructuras poblacionales de los organismos.

La caza furtiva fue señalada como una de las principales causas de muerte del manatí en el área. Sin embargo, la dimensión de este resultado no parece corresponder con las amenazas actuales en la laguna para el manatí, sino que se ajusta a las épocas en las que se consumía carne de manatí en las poblaciones cercanas al cuerpo de agua. A pesar de ello, se desconoce la existencia de estas prácticas actualmente.

Con referencia a los pobladores que habían visto al manatí en su mayoría eran o habían sido pescadores y prestadores de servicios turísticos, actividades que se realizan principalmente en la laguna. También, gran parte de ellos llevaban más de 31 años viviendo en la región, lo anterior sugiere que en años anteriores, hace aproximadamente 30 años, era más frecuente ver manatíes coincidiendo con la opinión del 44% de los entrevistados. La probable disminución de la cantidad de organismos pudo deberse a la sobreexplotación pesquera del manatí hace aproximadamente 40 años como se relató en distintas entrevistas (ANEXO 5).

Otra explicación de la baja en los avistamientos, es que la transición de actividades económicas de la pesca al turismo que enfrentó la zona se ve reflejada en la disminución de horas de exploración en la laguna y por lo tanto de avistamientos de manatí.

Los sitios de avistamiento mencionados por los entrevistados concuerdan con los marcados en los mapas, que a su vez reflejan el índice de saliencia cognitiva siendo la laguna el sitio más relacionado con los avistamientos del manatí en comparación con el mar que presentó un índice de 0.046. Dentro de la laguna el índice demostró la importancia no sólo del río Yalikín sino de otros afluentes de agua conectadas al estero. Por otro lado, los puntos de avistamiento marcados en los mapas por los pobladores se observan distantes uno del otro y están dispersos por toda la laguna. Debido a que los años de dichos avistamientos no se preguntaron, este resultado puede ser por diversas cuestiones, una de ellas a que los avistamientos pueden no corresponder a encuentros recientes sino a avistamientos pasados, sobre todo por los entrevistados retirados (antes pescadores). Otra posibilidad es que, la reducción de manatíes se deba a fenómenos naturales, como precisó el 40% de los entrevistados. Además, como se reporta en Morales *et al.* (2003) puede que el huracán Gilberto en 1988 haya sido devastador para los manatíes habitantes de la laguna, por lo que el número de organismos se redujo considerablemente.

Considerando que la cantidad de entrevistados que aseguró que la frecuencia de los avistamientos es mayor actualmente fue muy cercana a los que afirmaron lo contrario, no se descarta que la población de manatíes, después de la prohibición de la caza, esté recuperando o incrementando su tamaño.

Con referencia a la importancia del manatí se destaca que el 49% de los entrevistados le asignó valor en función a su papel ecológico o afines. Lo anterior representa una oportunidad para la concientización de la protección al manatí y el cuidado a los ecosistemas. Asimismo el 23% consideró que los manatíes tenían valor para el aprovechamiento turístico pero durante la investigación sólo se encontraron evidencias de la oferta de una cooperativa turística con tours para observación de manatí y cocodrilo.

Dados los resultados del presente estudio resulta oportuno distinguir la importancia del conocimiento local para los estudios ecológicos de especies difíciles de detectar, sobre todo en países que no poseen los recursos necesarios para la investigación científica. Es por ello que la suma del conocimiento local y las alternativas de detección de fauna con tecnología innovadora como los drones dan pauta para la apertura de nuevas líneas de investigación y monitoreo de la biodiversidad.

La presencia de crías y de agregaciones de manatíes sugiere que el área puede ser un refugio importante para la especie, por lo que el hallazgo de cadáveres de manatíes en la laguna (Ávila-Canto, 2013, 2014; Ávila-Canto *et al.*, 2017) representa la necesidad del monitoreo de la especie en el sitio. La conservación del manatí podría contribuir a atenuar el constante declive de las poblaciones de la especie, por lo menos a nivel regional. A mayor escala la preservación de la laguna y de los manatíes que habitan en ella podría ser un recurso más para mitigar los efectos del cambio climático, debido a que los manglares y las praderas de pastos marinos seguirían contribuyendo en la retención de las emisiones de gases de efecto invernadero, además de que, por la conectividad entre los ecosistemas, la buena calidad de la laguna se manifestaría incluso en los organismos del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Este estudio presenta un primer paso para la implementación de estrategias de conservación del manatí en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, como la integración de río Yalikín como sitio prioritario dentro de la laguna en futuros programas de manejo y proyectos de desarrollo urbano y turístico, y para futuras investigaciones de la especie en el sitio, ya que preguntas importantes siguen sin respuesta, por ejemplo, si el creciente número de visitantes a la cercana Riviera Maya indujo cambios en el uso de hábitat del manatí o cuál es el nivel de conectividad con las subpoblaciones de manatíes desde el Golfo hasta el Caribe.

## **Conclusiones**

En conclusión, la laguna Conil es un sitio prioritario para la conservación del manatí ya que se han presentado registros de grandes grupos de individuos de esta especie, además por su ubicación y características ambientales esta zona podría fungir como un corredor biológico

entre las poblaciones de manatí manteniendo la conectividad entre el Golfo de México y la región del Caribe.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos se puede inferir que a pesar de que la mayoría de los avistamientos son en el río Yalikín, la laguna entera posee las condiciones adecuadas para el desarrollo del manatí. Sin embargo, se requieren de más estudios para identificar las causas del aparente uso intensivo de un área específica de la laguna y la implementación de programas de monitoreo sistemático para reconocer los hábitos del manatí en relación a la época del año.

Por otro lado, la frecuencia actual de los avistamientos podría estar relacionada con el aumento del número de organismos después de una disminución considerable en años anteriores, provocada por la caza y/o las catástrofes naturales. No obstante, la variación en la abundancia de manatíes en la laguna no es clara ya que no existen monitoreos sistemáticos.

Para la protección del manatí en la laguna es muy importante la cuidadosa planificación, monitoreo y vigilancia del crecimiento urbano y turístico, así como de las actividades en el área de protección, implementando estrategias para la optimización de la pesca sin grandes afectaciones a las estructuras poblacionales de los organismos y disminuyendo la pesca incidental.

La información obtenida de la relación de los habitantes de Holbox y Chiquilá con el manatí constituye un espacio para rescatar los conocimientos tradicionales de las costumbres y prácticas referentes a la especie que se han ido perdiendo al paso de los años, contribuyendo así a la riqueza cultural de la Península de Yucatán.



## Literatura citada

- Acevedo-Olvera, G., Delgado-Estrella, A., Barreto-Castro, M. y Nuñez-Lara, E. (2015). Environmental characterization of a fluvial lagoon ecosystem (Pom-Atasta, Campeche, Mexico) as a critical manatee habitat. *WIT Transactions on The Built Environment*, 168, 407–413.
- Aipanjiguly, S., Jacobson, SK., Flamm, R. (2003). Conserving manatees: knowledge, attitudes, and intentions of boaters in Tampa Bay, Florida. *Conservation Biology*, 17: 1098-1105.
- Aldrete, M. (2010). *Ecología Trófica del Tiburón Ballena (Rhincodon typus) en zonas de agregación de la Isla Holbox,*” *Quintana Roo* (Tesis de Maestría). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur.
- Almanza, H. (2000). *Percepciones locales de la naturaleza en el Área de Protección de Flora y Fauna “Yum Balam” en Quintana Roo* (Tesis profesional). Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán.
- Álvarez, A. (2010). *Estado actual del manatí (Trichechus manatus) en la Ensenada de la Sigüanea: Consideraciones para su conservación* (Tesis de Maestría). Universidad de la Habana, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Álvarez-Alemán, A., Powell, J., García, A. y Forneiro, Y. (2013). *Protocolo para el monitoreo de poblaciones de manatíes en áreas protegidas cubanas* (p. 68). La Habana, Cuba: Centro Nacional de Áreas Protegidas.
- Aragones, L., Lawler, I., Foley, W. y Marsh, H. (2006). Dugong grazing and turtle cropping: grazing optimization in tropical seagrass systems? *Oecologia*, 149, 635–647.
- Arévalo-González, G., Castelblanco-Martínez, N., Sánchez-Palomino, P. y López-Arévalo, H. (2010). Uso de metodologías complementarias para la determinación del tamaño de la población de manatí (*Trichechus manatus manatus*) en la Ciénega de Paredes (Santander, Colombia). *Memorias de la Conferencia Interna en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y no Convencional*, 6(2), 4–14.
- Arriaga, S. (2013). *Variabilidad en conteos del manatí antillano (Trichechus manatus manatus) realizados mediante sonar de barrido lateral de imágenes en evaluaciones de la presencia estacional en el estado de Tabasco* (Tesis profesional). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Auil, N. (2004). *Abundance and distribution trends of the West Indian manatee in the coastal zone of Belize: Implications for conservation* (Tesis de Maestría). University of Southwestern Louisiana, Luisiana, Estados Unidos.
- Ávila-Canto, J. G. (2013). *Monitoreo del manatí y de la Laguna Yalahau* (Informe para APFFYB-CONANP) (p. 14). Quintana Roo, México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Ávila-Canto, J. G. (2014). *Monitoreo del manatí* (Informe para APFFYB-CONANP) (p. 19). Quintana Roo, México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Ávila-Canto, J. G., Velázquez-Mendoza, C., Castelblanco-Martínez, N., Niño-Torres, C. y Córdova-Tapia, F. (2017). Is the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) back in town? Presence of the species at the “Área de Protección de Flora y Fauna

- Yum Balam”, Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 999–1002.
- Axis-Arroyo, J., Morales-Vela, B., Torruco-Gómez, D. y Vega-Cendejas, M. (1998). Variables asociadas con el uso de hábitat del manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), en Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*, 46(3), 791–803.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). *Estado de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas en América Latina* (p. 649). Compilado por: Aylem Hernández y Andrade, R. Santiago de Chile.
- Barrena, A. (2012). *La protección de las especies silvestres: Especial tratamiento de la protección in situ* (Tesis doctoral). Universidad de Alicante, Alicante, España.
- Berlanga, M. y Faust, B. (2007). We Thought We Wanted a Reserve: One Community’s Disillusionment with Government Conservation Management. *Conservation and Society*, 5(4), 450–477.
- Bermúdez-Romero, A., Castelblanco-Martínez, N. y Trujillo, F. (2004). Patrones de presencia y uso diferencial del hábitat del *Trichechus manatus manatus* en el río Orinoco dentro de la zona de influencia de Puerto Carreño, Vichada. En Díaz, M y Trujillo, F. (Eds.), *Estudios de fauna silvestre en ecosistemas acuáticos en la Orinoquia Colombiana* (pp. 133–157). Bogotá, Colombia: Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo, Departamento de Ecología y desarrollo, Pontificia Universidad Javeriana.
- Borges, J., Vergara-Parente, J., Alvite, C., Marcondes, M. y Lima, R. (2007). Embarcações motorizadas: uma ameaça aos peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus*) no Brasil. *Biota Neotropica*, 7, 1–6.
- Castelblanco-Martínez, N. (2004). *Peixe-boi (Trichechus manatus manatus) na orinoquia colombiana: status de conservação e uso de hábitat na época seca* (Tesis de Maestría). Universidad Federal Do Amazonas, Manaus, Amazonas.
- Castelblanco-Martínez, N. (2010). *Ecología, comportamiento y uso de hábitat de manatíes en la Bahía de Chetumal* (Tesis de doctorado). El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, México.
- Castelblanco-Martínez, N., Barba, E., Schmitter-Soto, J., Hernández-Arana, H. y Morales-Vela, B. (2012a). The trophic role of the endangered Caribbean manatee *Trichechus manatus* in an estuary with low abundance of seagrass. *Estuaries and Coasts*, 35, 60–77.
- Castelblanco-Martínez, N., Bermúdez, A. y Gómez, I. (2004). Ecología, distribución y conservación del manatí *Trichechus manatus manatus* en la Orinoquia Colombiana. En *Programa Nacional para la Conservación y Manejo de los Manatíes (Trichechus sp) en Colombia* (pp. 131–1142). Bogotá, Colombia: Fundación Omacha- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Castelblanco-Martínez, N., Bermúdez-Romero, A., Gómez-Camelo, I., Weber, F., Trujillo, F. y Zerda-Ordoñez, E. (2009). Seasonality of habitat use, mortality and reproduction of the Vulnerable Antillean manatee *Trichechus manatus manatus* in the Orinoco River, Colombia: implications for conservation. *Onryx*, 43(2), 235–242.

- Castelblanco-Martínez, N., Dos Reis, V. y De Thoisy, B. (2017). How to detect an elusive aquatic mammal in complex environments? A study of the Endangered Antillean manatee *Trichechus manatus manatus* in French Guiana. *Onryx*, 1, 1–11.
- Castelblanco-Martínez, N., Gómez-Camelo, I. y Bermúdez, A. (2005). *Ecología y conservación del manatí antillano Trichechus manatus manatus en la zona comprendida entre Puerto Carreño, Colombia y Puerto Ayacucho, Venezuela (2004-2005)* (No. Informe Final) (p. 45). Sirenian International.
- Castelblanco-Martínez, N., Nourisson, C., Quintana-Rizzo, E., Padilla, J. y Schmitter, J. (2012b). Potential effects of human pressure and habitat fragmentation on population viability of the Antillean manatee *Trichechus manatus manatus*: a predictive model. *Endangered Species Research*, 18, 129–145.
- Castelblanco-Martínez, N., Padilla-Saldívar, J., Hernández-Arana, H., Slone, D., Reid, J. y Morales-Vela, B. (2013). Movement patterns of Antillean manatees in Chetumal Bay (Mexico) and coastal Belize: a challenge for regional conservation. *Marine Mammal Science*, 29(2), 166–182.
- Castelblanco-Martínez, N. y Self-Sullivan, C. (2014). Manatees survey protocols. National Manatee Working Group-Belice.
- CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (2013). Especies CITES. Recuperado el 16 de mayo de 2016, a partir de <https://cites.org/esp/disc/species.php>
- Colmenero, L. (1991). Propuesta de un plan de recuperación para la población del manatí *Trichechus manatus* de México. *Anales del Instituto de Biología*, 62(2), 203–218.
- Colmenero, L. y Hoz, M. (1985). Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. *Anales del Instituto de Biología*, 56, 955–1020.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2012). Historia de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Recuperado el 24 de mayo de 2016, a partir de [http://www.conanp.gob.mx/quienes\\_somos/historia.php](http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/historia.php)
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2015). La CONANP protege al manatí. Recuperado el 18 de octubre de 2016, a partir de [http://www.conanp.gob.mx/difusion/comunicado.php?id\\_subcontenido=903](http://www.conanp.gob.mx/difusion/comunicado.php?id_subcontenido=903)
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2016). Borrador de Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (inédito).
- Daniel-Rentería, I., Serrano, A. y Sánchez-Rojas, G. (2010). El manatí (*Trichechus manatus manatus* Linnaeus, 1758) (Sirenia) una especie sombrilla, para el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. *Cuadernos de Biodiversidad*, 33, 16–23.
- Daniel-Rentería, I., Serrano, A. y Sánchez-Rojas, G. (2012). Distribution of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) in the Alvarado Lagoon System (Veracruz, México). *Ciencias Marinas*, 38(2), 459–465.
- Del Valle, F. (2002). *Protocolo de monitoreo para el manatí (Trichechus manatus, L)* (p. 49). Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza, National Fish and Wildlife Foundation.
- Deutsch, C., Bonde, R. y Reid, J. (1998). Radio-tracking manatees from land and space: tag design, implementation, and lessons learned from long-term study. *Marine Technology Society Journal*, 32(1), 18–29.

- Deutsch, C., Self-Sullivan, C. y Mignucci-Giannoni, A. (2008). *Trichechus manatus*. Recuperado el 27 de noviembre de 2017, a partir de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T22103A9356917>.
- Figuerola, F. y Sánchez-Cordero, V. (2008). Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. *Biodiversity Conservation*, 17, 3223–3240.
- Gallo, J. (1983). Notas sobre la distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en las costas de Quintana Roo. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México Serie Zoología*. 53(1):443-448
- Gómez, A., Rodríguez, J., Jiménez, N., Cabezas, F., Rodríguez, J. y Matamoros, Y. (2011). *Variabilidad de la población y el hábitat del manatí (Trichechus manatus manatus) en el Caribe. Estrategia para la conservación de la especie* (No. Informe Final) (p. 193). San José, Costa Rica: Zoológico y Jardín Botánico Simón Bolívar.
- Hartman, D. (1971). *Behavior and ecology of the Florida manatee, Trichechus manatus latirostris (Harlan) at Crystal River, Citrus County*. (Tesis doctoral). Ithaca, Nueva York. 285.
- Hartman, D. (1979). Ecology and behavior of the Manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. Nueva York, Estados Unidos: American Society of Mammalogists.
- Hill, D. y Reynolds, J. (1989). Gross and microscopic anatomy of the kidney of the West Indian Manatee, *Trichechus manatus* (Mammalia: Sirenia). *Acta Anatomica*, 135, 53–56.
- IUCN. International Union for Conservation of Nature. (2016). The IUCN Red List. Recuperado el 28 de septiembre de 2016, a partir de <http://www.iucnredlist.org/>
- Jiménez-Domínguez, D. y Olivera-Gómez, L. (2014). Características del hábitat del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en sistemas fluvio-lagunares del sur del Golfo de México. *Therya*, 5(2), 601–614.
- LaCommare, K., Self-Sullivan, C. y Brault, S. (2008). Distribution and habitat use of Antillean manatees (*Trichechus manatus manatus*) in the Drowned Cayes area of Belize, Central America. *Aquatic Mammals*, 34(1), 35–43.
- Laist, D. (2005). Influence of power plants and other warm-water refuges on Florida manatees. *Marine Mammal Science*, 21(4), 739–764.
- Landero, M., Liceaga-Correa, M. y Morales-Vela, B. (2014). Ecological distribution of manatee (*Trichechus manatus manatus*) in Bahía de la Ascensión, Mexico. *Marine Mammal Science*, 30, 1581.
- Lazcano-Barrero, M. y Packard, J. (1989). The occurrence of manatees (*Trichechus manatus*) in Tamaulipas, México. *Marine Mammal Science*, 5, 202–205.
- Lefebvre, L., Marmontel, M., Reid, J., Rathbun, G. y Domming, D. (2001). Status, and biogeography of the West Indian manatee. En Woods, C. y Sergile, F. (Eds.), *Biogeography of the West Indies. Pattern and Perspectives* (p. 425-473). Nueva York, Estados Unidos: CRC Press.
- Marmontel, M., Odell, D. y Reynolds, J. (1992). Reproductive biology of South American manatees. En W. Hamlett (Ed.), *Reproductive biology of South American vertebrates* (pp. 295–312). Nueva York, Estados Unidos: Springer-Verlag.
- Marsh, H., O'Shea, T., Reynolds III, J. (2011). Ecology and Conservation of the Sirenia:

- Dugongs and Manatees (p.333). Reino Unido: Cambridge University Press
- Martin, J., Edwards, H., Burgess, M., Percival, F., Fagan, D., Gardner, B., Ortega-Ortiz, J., Ifju, P., Evers, B. y Rambo, T. (2012). Estimating Distribution of Hidden Objects with Drones: From Tennis Balls to Manatees. *Plos One*, 7(6), 8.
- May-Kú, M., Valdés-Lozano, D. y Pedro-Luis, A. (2016). Variación espacial y temporal de las características fisicoquímicas del agua y sedimento en la laguna costera Yalahau, Quintana Roo. *Hidrobiológica*, 26(1), 41–51.
- McKillop, H. (1985). Prehistoric exploitation of the manatee in the Maya and Circum-Caribbean Areas. *World Archaeology*, 16, 337–353.
- Merrick, R., Silber, G., Reynolds, J. y DeMaster, D. (2009). Endangered and threatened species. En Perrin, W. Würsing, B. y Thewissen H. (Eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals* (2da ed.). San Diego, California: Academic Press.
- Mignucci-Giannoni, A., Montoya-Ospina, R., Jiménez-Marrero, N., Rodríguez-López, M., Williams, E. y Bonde, R. (2000). Manatee mortality in Puerto Rico. *Environmental Management*, 25, 189–198.
- Monroy-Vilchis, O. (2007). Principios generales de biología de la conservación. Recuperado el 20 de octubre de 2016, a partir de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/395/monroy.html>
- Morales, N. (2007). *Variación espacio temporal en la composición de los ensamblajes de peces asociados a áreas de pastos marinos en la laguna de Yalahau Quintana Roo, México*. (Tesis profesional). Instituto Tecnológico de Chetumal, Chetumal, Quintana Roo.
- Morales-Vela, B. y Medrano-González, L. (1999). *Variación genética del manatí (Trichechus manatus) en el sureste de México y monitoreo con radio-transmisores en Quintana Roo* (Informe final SNIB-CONABIO proyecto No.H164) (p. 89). Quintana Roo, México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Morales-Vela, B. y Olivera-Gómez, L. (1994a). Distribución y abundancia del manatí en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México (1992-1994). Sian Ka'an, México. Serie de documentos 2, pp. 55-59
- Morales-Vela, B. y Olivera-Gómez, L. (1994b). Distribución espacial y estimación de la población de los manatíes en la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. *Revista de investigación científica*, 2: 27-52
- Morales-Vela, B. y Olivera-Gómez, L. (1997). Distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en la costa norte y centro-norte del estado de Quintana Roo, México. *Anales del Instituto de Biología*, 68(1), 153–164.
- Morales-Vela, B., Olivera-Gómez, L., Reynolds, J. y Rathbun, G. (2000). Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, Mexico. *Biological Conservation*, 95, 67–75.
- Morales-Vela, B. y Padilla-Saldívar, J. (2009). Aspectos biológicos de los manatíes en el sur de Quintana Roo. En: Espinoza-Ávalos, J., Islebe, H. y Hernández-Arana, H. (Eds.), *El sistema ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar Caribe* (pp. 115–123). Chetumal, México: El Colegio de la Frontera Sur.

- Morales-Vela, B., Padilla-Saldívar, J. y Mignucci-Giannoni, A. (2003). Status of the manatee (*Trichechus manatus*) along the northern and western coasts of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Caribbean Journal of Science*, 39, 42–49.
- Morales-Vela, B., Padilla-Saldívar, J. y Antochiw-Alonzo, D. 2011. Mamíferos marinos. En: Pozo, C., Armijo-Canto, N. y Calmé, S. (Eds.), *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación* (pp. 223–236). México, D.F.: El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- Muñoz, H., Orozco, S., Vera, A., Suárez, J., García, E., Neria, M. y Jiménez, J. (2015). Relación entre oxígeno disuelto, precipitación pluvial y temperatura: río Zahuapan, Tlaxcala, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(5), 59–74.
- Nourisson, C., Morales-Vela, B., Padilla-Saldívar, J., Pause, K., Clark, A., Olivera-Gómez, L. y McGuire, P. (2011). Evidence of two genetic clusters of manatees with low genetic diversity in Mexico and implications for their conservation. *Genética*, 139, 833–842.
- O'Shea, T. (2015). Sirenian. Encyclopedia Britannica. Recuperado el 24 de julio de 2018 a partir de <https://www.britannica.com/animal/sirenian>
- Olivera-Gómez, L. (2002). Asociación entre características del hábitat y la distribución y abundancia del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en el norte de la Bahía de Chetumal. En Rosado-May, F., Romero R. y De Jesús, A. (Eds.), *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su área de influencia* (pp. 61–66). Chetumal, México: Universidad de Quintana Roo.
- Olivera-Gómez, L. y Mellink, E. (2002). Spatial and temporal variation in counts of the Antillean manatee (*Trichechus m. manatus*) during distribution surveys at Bahía de Chetumal, Mexico. *Aquatic Mammals*, 28.3, 285–293.
- Olivera-Gómez, L. y Mellink, E. (2005). Distribution of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) as a function of habitat characteristics, in Bahía de Chetumal, Mexico. *Biological Conservation*, 121, 127–133.
- Ordoñez-López, U. y García-Hernández, V. (2005). Ictiofauna juvenil asociada a *Thalassia testudinum* en Laguna Yalahau, Quintana Roo. *Hidrobiológica*, 15(2), 195–204.
- Ortega-Ortiz, J., Delgado-Estrella, A. y Ortega-Argueta, A. (2004). Mamíferos marinos del Golfo de México: Estado actual del conocimiento y recomendaciones para su conservación. En Caso, M. Pisanty, I. y Ezcurra, E. (Eds.), *Diagnóstico Ambiental del Golfo de México* (1a ed., Vol. 1, pp. 137–160). México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Ortiz, R., Worthy, G. y Byers, F. (1999). Estimation of water turnover rates of captive West Indian manatees (*Trichechus manatus*) held in fresh and salt water. *The Journal of Experimental Biology*, 202, 33–38.
- Pablo-Rodríguez, N. y Olivera-Gómez, L. (2012). Situación de una población aislada de manatíes *Trichechus manatus manatus* (Mammalia: Sirenia: Trichechidae) y conocimiento de la gente, en una laguna urbana, en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 28(1), 15–26.

- PNUMA. (1995). *Plan de Manejo Regional para el Manatí Antillano, Trichechus manatus* (Informe Técnico del Programa Ambiental del Caribe No. 35) (p. 99). Kingston, Jamaica.
- Powell, J. y Rathbun, G. (1984). Distribution and abundance of manatees along the northern coast of the gulf of Mexico. *Northeast Gulf Science*, 7, 1–28.
- Primack, R. (2008). *A Primer of Conservation Biology* (4ta ed.). Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Puc-Carrasco, G., Olivera-Gómez, L., Arriaga-Hernández, S. y Jiménez-Domínguez, D. (2016). Relative abundance of Antillean manatees in the Pantanos de Centla Biosphere Reserve in the coastal plain of Tabasco, Mexico. *Ciencias Marinas*, 42(4), 261–270.
- Quintana-Rizzo, E., Castelblanco-Martínez, N., Edwards, H., Morales-Vela, B., Ubeda, A. y Walker, Z. (2015). First regional aerial survey of Antillean manatees (*Trichechus manatus manatus*) in the Mexico-Belize-Guatemala region of Central America. Presentado en 20th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, San Francisco, California.
- Quintana-Rizzo, E. y Reynolds, J. (2010). *Regional management plan for the West Indian manatee. United Nations Environment Programme* (Technical Report 48) (p. 188). Kingston, Jamaica: Caribbean Environment Programme.
- Rathbun, G., Reid, J. y Carowan, G. (1990). Distribution and movement patterns of manatees (*Trichechus manatus*) in Northwestern peninsular Florida. *Florida Marine Research Publications*, 48, 33.
- Remolina, J. (2003). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam). CONANP.
- Reynolds, J., Powell, J. y Taylor, C. (2009). Manatees (*Trichechus manatus*, *T. senegalensis*, and *T. inunguis*). En Perrin, W. Würsing, B., y Thewissen, H. (Eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals* (2da., pp. 682–691). San Diego, California: Academic Press.
- Rodas-Trejo, J., Romero-Berny, E. y Moreno-Molina, E. (2012). Conocimiento biológico, usos y actitudes hacia el manatí (*Trichechus manatus manatus*) por los pobladores del sistema de humedales Catazajá-La Libertad, Chiapas, México. *Lacandonia*, 6(2), 91–99.
- Rodas-Trejo, J., Romero-Berny, E. y Estrada, A. (2008). Distribution and conservation of the West Indian manatee (*Trichechus manatus manatus*) in the Catazajá wetlands of northeast Chiapas, México. *Tropical Conservation Science*, 1, 321–333.
- SAyF. Secretaría de Agricultura y Fomento. (1921). Prevención Reglamentaria que establece veda absoluta para la pesca de manatí. Diario Oficial de la Federación.
- Self-Sullivan, C. y Mignucci-Giannoni, A. (2008). *Trichechus manatus ssp. manatus*. Recuperado el 27 de noviembre de 2017, a partir de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T22105A9359161.en>
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Diario Oficial de la Federación (DOF), miércoles 06 de marzo de 2002
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2001). *Proyecto de conservación, recuperación y manejo del manatí Trichechus manatus en México*.

- México: Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Vida Silvestre.
- SEMARNAT. (2010a). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010b). Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Manatí (*Trichechus manatus manatus*). Compilado por Olivera Gómez, L. y Ortega-Argueta, B. Morales Vela y L. C. Colmenero Rolón. México, D.F
- Serrano, A, García-Jiménez, A. y González-Gándara, C. (2007). Has the manatee (*Trichechus manatus*) disappeared from the northern coast of the state of Veracruz, Mexico? *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 6(1), 109–112.
- Serrano, A., Daniel-Rentería, I., Hernández-Cabrera, T., Sánchez-Rojas, G., Cuervo-López, L. y Basáñez-Muñoz, A. (2017). Is the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*) at the Brink of Extinction in the State of Veracruz, Mexico? *Aquatic Mammals*, 43(2), 201–207.
- Short, F., McKenzie, L., Coles, R., Vidler, K. y Gaeckle, J. (2006). *SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat* (Worldwide). University of New Hampshire Publication.
- Soulé, M. y Sanjayan, M. (1998). Conservation targets: do they help? *Science*, 279(5359), 2060–2061.
- Sutrop, U. (2001). List task and a cognitive salience index. *Field Methods*, 13, 263.
- Tran, K., Valdés-Lozano, D., Real, E. y Zapata-Pérez, O. (2008). Variaciones del índice de calidad en laguna Yalahau, Quintana Roo, México, basado en las características del agua y sedimentos, en el período 1999-2002. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, 9, 20–29.
- UNEP. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1990). *Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe (SPAW)*. Kingston, Jamaica: Caribbean Environment Programme. Recuperado a partir de [http://www.widecast.org/Resources/Docs/SPAW\\_Protocolo\\_SP.pdf](http://www.widecast.org/Resources/Docs/SPAW_Protocolo_SP.pdf)
- Zamora-Vilchis, I., Blanco-Parra, M., Castellblanco-Martínez, N. y Niño-Torres, C. (2018). Efectos antropogénicos sobre las poblaciones de megafauna acuática del Caribe mexicano: Una revisión del estado del arte. En Ramírez-Bautista, A. y Pineda-López, R. (Eds.), *Ecología y Conservación de Fauna en Ambientes Antropizados* (pp. 5–21). Querétaro, México: REFAMA-CONACyT-UAQ.

## Anexos

### ANEXO 1. Formato de colecta de datos

#### Formato de colecta de datos

Fecha: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_ Colector: \_\_\_\_\_

Conductor: \_\_\_\_\_ Bote: \_\_\_\_\_

Número de observadores: \_\_\_\_\_ Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de término: \_\_\_\_\_

Kilómetros recorridos (totales): \_\_\_\_\_

Punto GPS: \_\_\_\_\_ Hora de toma de datos: \_\_\_\_\_

Fauna acuática observada (aparte del manatí): \_\_\_\_\_

#### Vegetación

Tipo de fondo: \_\_\_\_\_

Tipo de vegetación: \_\_\_\_\_

Abundancia de vegetación: \_\_\_\_\_

#### Parámetros físico-químicos

Profundidad: \_\_\_\_\_ Temperatura del agua: \_\_\_\_\_ Salinidad: \_\_\_\_\_

OD: \_\_\_\_\_

#### Observación de organismos

Hora: \_\_\_\_\_ Punto GPS: \_\_\_\_\_ Marcas en la superficie del agua: \_\_\_\_\_

No. de organismos (total): \_\_\_\_\_ Crías: \_\_\_\_\_ Tipo de registro: \_\_\_\_\_

Conducta: \_\_\_\_\_

Observaciones:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ANEXO 2.** Formato de entrevistas para coleccionar información de *T. m. manatus*. Modificado de Castelblanco y Self-Sullivan 2014.

**A. Datos de la entrevista**

Número: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Sitio: \_\_\_\_\_  
Entrevistador: \_\_\_\_\_  
Observaciones: \_\_\_\_\_

**B. Datos del entrevistado**

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
Lugar de nacimiento: \_\_\_\_\_  
Lugar de residencia: \_\_\_\_\_  
Tiempo viviendo en la región: \_\_\_\_\_ Actividad: \_\_\_\_\_

**C. Conocimiento de la especie**

¿Conoce que es un manatí?

Sí

No

¿Ha visto un manatí?

Sí

No

Describe al manatí (color, tamaño, conducta, hábitat)

\_\_\_\_\_

¿Dónde vive el manatí? \_\_\_\_\_

**D. Áreas de distribución y uso del hábitat**

¿Hay manatíes en esta área?

Sí

No

¿Podría ubicar en un mapa los sitios en donde ha observado manatíes?



Observaciones: \_\_\_\_\_

Frecuencia de observación en esa área (*Común*: una vez al mes, *Raro*: una vez cada 6 meses, *Muy raro*: una vez al año, *Ausente*: nunca, *No sé*: el entrevistado no tiene la respuesta)

	Común	Raro	Muy raro	Ausente	Otro (especifique)
Playas					
Mar					
Ríos					
Canales					
Laguna					

### E. Temporada de avistamientos

¿En qué temporada es más frecuente ver a los manatíes?

Otros: \_\_\_\_\_

¿Cuándo es la época reproductiva de los manatíes?

¿A qué hora del día es más fácil verlos?



Si ha visto manatíes, describa los detalles del encuentro

Fecha	Lugar	Tipo de evidencia	Tamaño del manatí	Hora en que lo vio	Duración del encuentro	Observaciones

### F. Ecología

¿Qué comen los manatíes? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Ha observado algún comportamiento de los manatíes al alimentarse? Describa:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Por qué mueren los manatíes?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### G. Conservación

¿Ha visto manatíes muertos? Detalle (lugar, fecha, causa de la muerte, destino del cuerpo):  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Amenazas principales:

Contaminación del agua	Pesca	Embarcaciones	Enredados	Pérdida de hábitat	Caza
------------------------	-------	---------------	-----------	--------------------	------

En comparación con años pasados los manatíes son: 

Más frecuentes	Menos frecuentes	Igual	No sé
----------------	------------------	-------	-------

¿Crees que la basura (bolsas, botellas, unice) afecta a los manatíes? ¿Cómo los afecta?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Los manatíes son importantes para esta área? 

Si	No
----	----

¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿Conoces alguna historia acerca de los manatíes?  
\_\_\_\_\_

**ANEXO 3.** Rastro de sedimento en la columna de agua y marcas de la aleta caudal del avistamiento del 23 de junio de 2016



**Figura 15.** Evidencias del paso del manatí en el avistamiento del 23 de junio de 2016. Imágenes obtenidas del sobrevuelo de un dron DJI Phantom 4.

**Video:** <https://www.youtube.com/watch?v=OZRSRs43LNQ>

**ANEXO 4.** Transcripción de entrevistas en las que se reportó el uso y relación de los pobladores con el manatí.



**Figura 16.** Fotografía de uno de los entrevistados (Entrevista 1) tomada alrededor de 1950 en Holbox luego de cazar a un manatí.

### *Entrevista 1*

“...Los he visto, ahí tenía una foto de cuando tenía 5 años y estoy abajo de un manatí. Los he visto, los comí, los arponeé el último que arponeé fue en 1960 en agosto y a los pocos años se inició la veda permanente, está prohibido desde hace más o menos 40 años. Sabía muy rico, más sabroso que la carne de puerco. La carne, la cabeza y la cola que le llamábamos pakné se cocinaban enterrados en piedra caliente en la mañana y en la tarde se sacaba y ya estaba y se vendía al pueblo, al fin era poca la población... Había manatí de hasta 200 300 o 400 kilos... generalmente estaban en la laguna, también, en el mar, el último que cacé fue por los bajos cerca de Punta Caracol donde termina Quintana Roo y empieza a Yucatán. Ahorita según que han visto uno que otro en la laguna, pero ya no en la cantidad pues porque ahorita meten mucha red algunos los atrapaban y a otros los ahuyentaron ... pero todavía hay como un 10% o menos de los que había... Hace como 5 años no se veía nada, no se veía ninguno... Ellos son de agua poco profunda no les afectan los huracanes, mayormente ellos buscaban refugio porque aquí hay muchos ríos como Yalikín que era un río muy grande y

ahí se escondían o incluso ahí los veía de niño. No era difícil cazarlos porque son muy lentos se cansan o sea los ves que se mueven pero iban dejando su marca porque con la cola levantan el lodo y eso seguía uno porque en ese entonces no había de barcos a motor. Para llevárnoslo a veces había que hundir la canoa para meterlo y después sacar el agua a unos los trajimos arrastrando porque ya eran más grandes... Siempre se han visto, en lluvias y secas, aquí viven es su hábitat... Se reproducían pero no se sabe el tiempo de apareamiento. A veces se encontraba uno con su cría y arponeabas a la cría y la mamá porque no se alejaban y pues te traías a los dos... aquí en la laguna los vi más de 100 veces pero ahorita ya no son comunes porque echan sus redes en la noche y llenan la laguna y los han ahuyentado o se los han acabado. Antes había, nomás tenías que andar despacio para verlos. A cualquier hora del día se podían ver y con la bioluminiscencia o ardentilla como le decíamos nosotros hasta en la noche se veía cuando se movían... Los manatíes comen un tubérculo, como una especie de matitas con las hojas largas, esas tienen abajo como un tubérculo y eso es lo que comen los manatíes, a veces eso nos servía porque veíamos donde había mucha de su comida y ahí los esperábamos... También había una poza profunda que era especial y ahí siempre estaban los manatíes, ahí arponeamos varios... No era tan seguido que se consumía, solo cada 8 o 15 días. Se podía conservar la carne con salmuera y se ponía a solear, oían muy fuerte desde lejos sabías que se estaba cocinando carne de manatí. No se usaban los huesos, solo a veces la piel que es muy gruesa, sacaban una tira y en una mata de cocos clavaban los extremos para que no se encogiera y eso lo usaban como bastón y ya para lo que se ocupe... El manatí se ha agotado más que otras especies que también se han disminuido, este río era un criadero de todo, tiburones, tortugas, liza, róbalo corvina y ahorita ya hay muy poco. Antes los tiburones entraban a dejar sus crías y en una noche agarrábamos con una red hasta 200 cazones y ahorita es raro que los agarren, aparte con los motores que hacen mucho ruido los ahuyentan... No he escuchado de ningún caso de algún manatí lesionado por embarcaciones pero probablemente. Los manatíes eran importantes”.

### *Entrevista 6*

“Los cazaba en la laguna mayormente porque el manatí se alimenta de hierba, es herbívoro. Los veía a veces cuando iba a clavar, se veía el turbio porque escarban y sacan el tubérculo

y se lo comen. Se veían en la boca, venían de Yucatán pero principalmente se veían en el río, ahora ya no. Con las redes se han acabado, se enreda. El último que clavé fue una cría, la amarramos porque nos habían dicho los que ya tenían experiencia que a las crías no nos las lleváramos que las amarráramos y al rato llegaba la madre y así hicimos. Hay una poza por Yalahau, entonces, dejamos a la cría amarrada ahí y nos fuimos, regresamos a las 3-4 de la tarde y ahí estaba la madre amamantando. Yo era el arponero y mi cuñado iba arriba del palo, me daba la señal de que los veía y lo clavaba yo, clavé a los dos. El manatí tenía una piel muy gruesa de la espalda, hacían las tiras de cuero del manatí y lo usaban como bastón pero se doblaba, en las matas de coco clavaban el cuero de punta a punta y lo dejaban meses a que seicara. La carne la vendíamos por kilo se sacaba muchísima carne y grasa. La cabeza y la cola, le decíamos pakné, la hacíamos en pñib, en el hoyo, partíamos la cabeza y la cola en pedazos prendíamos las piedras y la enterrábamos, se podía sacar al otro día, casi se deshacía en las manos de lo suavecito que quedaba. Y ya a venderlo a 50 centavos, 2 y 3 pesos el kilo y se vendía todo, no se desperdiciaba la carne, lo que sobraba lo regalábamos en la calle. Era muy sabrosa, salían 150 kilos de carne, son inmensos. Para subirlos teníamos que ahogarlos, no los dejábamos salir a respirar, generalmente éramos tres en la canoa para poder subirlo. La caballera, la hembra es la que vale la pena, es la que está gorda, si es macho no. Se ven cuando hay bonanza, se ve que sacan la trompita, andaban tres o cuatro...Ahorita quién sabe si hay, tiran mucha red y si lo agarran se lo comen, lo venden allá en Chiquilá... Para perseguirlos se tenía que ir a puro remo porque decían los abuelos que el manatí no tenía vista pero tenía mucho oído y el ruido los ahuyentaba. Ya solo con el remo seguías el turbio que dejaban y lo clavabas. Hace como 50 años entraban mucho los manatíes al río a comer, hay un zacatito y con ese lo ubicábamos, lo cansábamos y con el turbio lo seguíamos... Una vez vino Ramón Bravo (famoso oceanógrafo mexicano) a cazar uno... Ahorita ya es muy penado cazar un manatí, te quitan todo”.

### *Entrevista 13*

“El manatí es redondo como un globo desinflado con una cola caudal que parece cuchara, tiene dos manos color gris con algunos pelos, tiene manitas. Nace de más o menos un metro y de grande hasta 4 metros...Viven en el mar en las áreas de laguna y sobre todo en donde



hay agua dulce... He visto varios manatíes en esta área, sobre todo, en la laguna, en el mar casi no se ven. No tienen temporada, se ven siempre que el tiempo está bueno... Tampoco creo que tengan temporada de reproducción solo es cuando a la hembra le llega el momento de ser fértil y se da el apareamiento... Desde hace 5 años he visto manatí aquí al menos 30 veces. Comen pasto marino y algunas hojas de manglar. Mueren seguramente por redes porque yo he ido atender algunos varamientos y nunca he visto ninguno demasiado viejo. Atendí cinco varamientos, uno hace cuatro años, otros hace tres años y desde hace año y medio no ha habido. El primero tenía puñaladas en el lomo y lo demás es incierta la causa de muerte... La pesca incidental con redes es la principal amenaza aquí en la laguna... Creo que la basura si afecta a los manatíes aunque no creo que se la coman. Son muy importantes los manatíes para todas las lagunas, porque son los que hacen el trabajo de poda y mantienen el equilibrio de los pastos, mantienen controlado el ciclo de los pastos y cuidando los pastos hay beneficio para la pesca porque en los pastos viven muchos animales... La primera vez que vi uno me emocioné mucho porque hicimos un concurso de dibujo, como tipo educación ambiental para el cuidado de los manatíes en la primaria y le regalamos a los niños que nos acompañen a buscar manatíes y vimos muchísimos, cuando pego el manatí con la cola en el agua sonó súper fuerte... Mis tíos fueron los que me enseñaron a buscar manatíes... No me gustaría que los manatíes fueran parte de las actividades turísticas, además sería difícil porque el agua es turbia y no ven mucho”.

#### *Entrevista 14*

“He visto varios manatíes aquí en la laguna, he visto hasta de 3 - 4 metros. Yo fui parte del primer monitoreo de manatí hace 5 años. El máximo volumen que vi fue de 13 al mismo tiempo, estaban comiendo cuando los vimos, observamos a uno y salió otro y otro dando un coletazo, porque su defensa es un coletazo. Cuando ellos pasan en aguas bajas mueven la cola y levantan todo el lodo y así iba siguiendo las bolitas de lado que van dejando. Son como el pulpo que suelta la tinta y ya no lo ves así ellos mueven la cola y ya no los ves. Los he visto más en la laguna... siempre los puedes ver, no hay temporada. La época reproductiva tal vez es cerca de primavera porque así son a veces los animales. Es más común verlos en la mañana porque salen a comer... Yo creo que en total he visto como 20 ó 25 pero no sé si



eran los mismos o diferentes porque no sabemos si son migratorios. Los que son migratorios vienen de Belice por toda la costa se vienen desde Belice, ahí hay mucho. Comen plantas son herbívoros una vez los vi comer cerca de un ojo de agua una plantita que estaba ahí alrededor... La primera vez que los vi tenía como 8 o 9 años en Dzilam, aquí lo vi recién que llegue pero no le tomé importancia... Yo nunca lo probé... La grasa he escuchado que la usan como aceite para cocinar... Mueren porque en muchas ocasiones se atorán en las redes, a pesar de que supuestamente está prohibido y ha habido evidencia de que hay manatí ya se demostró incluso con ubicaciones en GPS y aun así se han encontrado muertos... Yo vi los cadáveres (de manatí), el primer día fue una hembra y el otro día fue un macho más chico hace como 3 años. Las amenazas principales son los motores fuera de borda porque antes pasabas con un velerito y le daba tiempo de nadar pero ahorita los motores pasan muy rápido y no pueden correr, entonces ha habido accidentes con las propelas. El segundo problema son las redes pero se necesita vigilancia porque al final, aquí es un criadero de manatí... En comparación con años pasados siguen igual no hay más ni menos... Cuando dimos a conocer que se había manatí en la laguna como que ya querían todos ofrecerlo de forma turística pero yo no quisiera que fuera explotado turísticamente porque sabemos que cada dos años o cada 5 años ponen una cría. Yo lo tengo aquí (pintado en un muro) pero no lo ofrezco... La basura si afecta los manatíes porque como ellos comen plantas y algas con los plásticos se pueden confundir, es como los chicles. Las aves se comen los chicles por el sabor dulce pero se les pega porque no es como el de antes, el chicozapote no se pegaba ni en la boca ni en la mano, ahorita ya es muy químico antes era más sano y no había tanto problema. Es lo mismo que pasa con el manatí, con la tortuga laúd que come medusas, las cosas confunden con bolsas con plástico transparente... Son importantes los manatíes; son parte de la cadena alimenticia porque regulan la vegetación, puede ser que haya mucho de una sola planta y afecte a las otras plantas, entonces, ellos regulan eso como las tortugas que van comiendo vegetales y regulan las poblaciones... Hay leyendas de que los manatíes eran las sirenas, cuando vinieron los españoles, como no había manatíes en sus tierras, lo vieron y pensaron que eran sirenas porque lo veían como a una mujer del mar, aunque son feas pero en ese tiempo no había fotografía solo gente que pintaba, entonces cuando regresaban a sus países a comentarlo la pintaban bonita, con cabello rubio”.

## *Entrevista 15*

“El manatí es un mamífero que se alimenta del tallo del ceidabal, es una larga planta verde pero el tallo de abajo tiene como una cebollita que es lo que come la vaca marina también, come un pastito larguito que está en la laguna. Cuando arponeaba vi manatíes en todo lo que es el río, por Punta Caracol y en el área de Cabo Catoche. Una vez le agarré su mano a uno, estábamos cazando, y le dije a mi compadre ¡cuidado, no lo vaya a arponear! Es muy rica la carne, no se compara en nada a la carne de puerco y maté muchos en esas épocas... Se hacían bastones con la piel, cortabas en segmentos las tiras y en los tallos de los cocos lo dejabas 15 días luego había que lijarlo para redondearlo y era súper resistente. El hueso es un gran marfil, es uno de los mejores, nada más que en ese tiempo no nos importaba el hueso del manatí. Donde está el muelle ahí había cantidad de manatíes que se hicieron en pñib y ahí quedaron huesos enterrados pero nunca se comercializó, pasaban años y ahí seguía... Mi papá empezó a cazar (manatíes) cuando yo era niño, cazaban uno cada mes, era normal, no era clandestino. En aquel entonces se transportaba uno a la vela, había una poza ahí arponeamos a dos, una cría su madre... Mi papá veía el pasto flotando, la hojuela verde porque se comen el tallo, no la hojuela y decía mi papá: hay manatí en el ojo de agua, hay manatí en la poza.... Tenías que ir al lugar estratégico, por ejemplo, en la poza porque era un lugar de agua honda o por Punta Caracol o Yalikín... Nosotros en dos ocasiones vimos dos familias como de 20 manatíes hace como 3 o 4 años... Para verlos tienes que buscar un día con sol porque al manatí sólo lo puedes ver con el reflejo. Salen rápido, tienes que ir despacito, salen a respirar, las hembras sólo muestran la punta de la nariz y el macho saca la cola como el delfín, pero la hembra no y cuando tienen cría ni se asoman... Cacé unos 15 o 20 manatíes pero ya tiene más de 40 años que no se caza porque está protegido. Sólo hace como 3 años encontraron uno flotando por las redes, las redes son su enemigo... Era más fácil verlos en los ríos y en las pozas, en el mar es raro verlos... Es más probable verlos en tiempo de bonanza, en lluvias como en mayo, junio, julio que el mar está más calmado y con sol porque si está nublado no se ven... No hemos notado una época reproductiva... Es más fácil verlos en la mañana, pero no tan temprano, como 9 o 10 am. con kayak o algo que no haga ruido porque el manatí tiene un oído muy fino y si escucha la propela no se asoma y se va. Normalmente cuando ellos

están comiendo sacan el turbio... El manatí muere por accidente en las redes... La amenaza principal son las redes, la contaminación no porque donde ellos están no hay contaminación. Son importantes los manatíes porque son parte de la naturaleza, hay que protegerlos. No creo que una lancha golpeé a un manatí porque ellos escuchan muy bien... Los manatíes se protegían entre ellos mismos, las hembras se tapaban sus pechos cuando tenían crías. Cuando los cazábamos no actuábamos con dolo, solo era para comer, para que comiera el pueblo”.

#### *Entrevista 24*

“Se podía comprar por kilo (la carne de manatí), lo traían del río, yo los veía ya en la orilla cuando los vendían, traían bastantes. Cuando ya no había carne, traían manatí y era muy grande, de 3 metros. Alcanzaba para todo el pueblo, sólo había 500 habitantes originarios de Holbox. Antes había muchos más, pero ya no los he visto, no desde que comenzaron a protegerlos, tiene como 20 años... A veces dan pláticas sobre el manatí en las escuelas a los niños... Cuando los cazaban no traían crías... Los manatíes mueren cuando el río se seca porque se quedan varados en la arena, ya no pueden nadar, se atorán, entonces recalán en las playas... Yo creo que la basura los afecta porque se comen la basura y les hace mal en su estómago... Son importantes los manatíes para los que lo conocen, pero no sé si tengan algún beneficio, antes era porque nos alimentaba pero ahora ya no lo podemos comer... Se mueren porque cambia mucho el agua del ambiente, no porque los pesques... Ahorita ya lleva como 5 años que no escuchó nada del manatí pero antes sí... Hace como 30 años vino la marea roja y murieron muchos pescados tal vez ahí también se fueron los manatíes, por eso no hay que echarle toda la culpa al hombre, la naturaleza también, con los cambios de agua. Por ejemplo, con el coco que vino un bicho llamado amarillamiento letal y acabo con todo el coco”.

#### *Entrevista 25*

“No migran porque ellos aquí vivían... Era más fácil verlos en la mañana, amaneciendo. Cuando era pescador vi como 50 algunos con sus crías. Daba pena porque cuando matabas a la mamá salía la cría y lloraba como una persona. Seguías el turbio cuando lo matabas, a la cría a veces no le hacíamos nada... Los más grandes eran de 2 o 3 metros. Una vez matamos uno, lo quisimos subir al bote pero se hundía, entonces tuvimos que ir a la orilla y subirlo



después... Comen del fondo del mar, hierba. Nunca los vi comer pero eran muy tranquilos. Ahora se atorán en las redes, desde que vinieron más pobladores a Chiquilá se empezó a extinguir más porque echan mucha red, no los pescan a ellos, pero se atorán y se mueren porque ellos necesitan respirar... La amenaza principal son las redes y el crecimiento urbano por la pérdida de hábitat... Ahorita ya casi no hay manatíes, muy pocos. Había muchísimos, pescaban uno cada semana para comer, la isla era pequeña, éramos como 400 con un manatí nos alcanzaba para todos. Nada más se consumían, no eran para comercializar... La basura no los afecta porque casi no hay... Son importantes, aquí los cuidan, le hacen su fiesta el Día del Manatí son importantes. Para el turismo no son importantes porque no los ves...La primera vez que los vi tenía yo 13 años”.

#### *Entrevista 27*

“Yo ya vi un montón, siempre que voy a pescar veo dos o uno que va pasando con su cría. Siempre me espantan porque estoy nadando buscando langosta y se aparecen de repente, piensas que es un tiburón... En la laguna es más común verlos, por la boca o por Yalahau, hay un camino donde te metes con la lancha y en ese espacio hay un montón... Se ven por la mañana como a eso de las 8 o 10 am. salen a comer. No tienen temporada siempre están acá... Mueren por la basura porque se la pueden comerse e intoxicarse... Una vez vi uno muerto, tenía una mordida de cocodrilo, hace unos 8 años... La contaminación es de las amenazas principales; las redes no, porque ellos la ven y se dan vuelta, se van para otro lado... Hay un lugar de aguas bajas y ahí hay tiburones que se los pueden comer... Los manatíes son importantes para el turismo... La primera vez que los vi fue en la noche, pusimos la red, nos quedamos a dormir pero algo azotó en el agua, agarré mi lámpara, los ilumine y vi que eran unos manatíes comiendo”.

#### *Entrevista 29*

“Nosotros a los manatíes los vemos cuando salimos a pescar. Se pueden ver diario porque ahí están, ellos ahí viven por toda la laguna, incluso en el mismo ferry se pueden ver. Los ven en frente de Chiquilá porque hay muchos ojos de agua y el manatí es de ojos de agua. En Yalikín hay como 15 o 20 ojos de agua... Yo he visto crías porque trabajé el manatí. Lo cacé,



vendí y me lo comí, en esa época era para la población (el manatí)... Yo empecé a vender el kilo de manatí a 70 centavos, luego a \$1.50 y la última vez, que ya tiene como 30 años, lo vendimos a \$3... Maté a 9 manatíes, los arponeé por la boca de la laguna, también se ven se ven más por Yalahau... Creo que todavía hay manatí en la zona, como no los trabajan, ahí está... Se ven todo el año, no hay temporada... Es frecuente que mueran porque la madre los deja solos, los abandona, así le pasó a uno que encontramos cerca de la playa, estuvo ahí por tres días... Cuando nosotros lo clavábamos, le amarrábamos con una soga la cola y el cuello, entonces ya no podía nadar y empezaba a llorar... A cualquier hora se puede ver... Se alimentan de sargazo, de unos tubérculos... Creo que su amenaza principal es la contaminación porque se pueden comer el plástico... La carne es muy sabrosa, más que la del puerco... Son importantes los manatíes por el turismo, hacen tours para verlos. Se ven por el movimiento de la cola, por el turbio... La primera vez que lo vi me dio tristeza porque yo lo clave, me dio pena cuando lloró. Sea macho o hembra siempre lloran. La madre cuando tiene crías se cubre sus senos... Acá en Holbox cada mes o cada dos meses era que matábamos un manatí, hace 40 años atrás y alcanzaba para todos, nada más se usaba la carne para comer aunque había quienes usaban la grasa para hacer pan”.

### *Entrevista 30*

“Mi papá cuenta que antes había muchos en esta zona, los atrapaban y se los comían pero la gente agarró tantos que poco a poco se acabó la especie, de repente cuando cruzan por la zona de la laguna se ven todavía manatíes, pero se esconden, son muy escurridizos... Yo llevo 26 años viviendo aquí (en Holbox) y nunca he visto uno. Generalmente son los pescadores, los que lo ven porque pasan por los ríos... Me han contado que se alimentan de cangrejos y algas... No sé si hay temporada de avistamiento porque es muy raro verlos, de repente un poblador dice que vio y lo reporta. Generalmente los ven por las mañanas, casi amaneciendo... Mueren básicamente por la mano del hombre porque aquí todavía es un hábitat tranquilo para ellos también podría ser por la contaminación, la basura que tal vez se comen. Aunque en la isla la población es más consciente y ya no están acostumbrados a comer carne de manatí. Las redes también pueden ser una amenaza, antes tiraban muchas redes, ahorita ya casi no, sólo en periodos cortos en diciembre y las redes las tiran en el mar...

Hubo una época en la que se dejó de ver manatí, hace como unos 15 o 20 años, se dejó de escuchar de los manatíes pero ya más recientemente otra vez se escucha hablar de ellos, ya se dejan ver, es posible que vaya creciendo la población. Creo que hay más ahora que cuando los cazaban... Es importante porque constituye una parte de la cadena así como las tortugas, cocodrilos, etcétera... He escuchado que se le llamaba sirena, era común decir que vieron una sirena pero casi no se escuchan leyendas sobre ellos”.

### *Entrevista 32*

“El manatí es el que nosotros llamamos el puerco de mar. No solo he visto uno, clavaba un buen, llegábamos a un río que se llama Yalikín ahí hay unos ojos de agua, ahí había bastantes. Los buscábamos por el turbio, cuando veíamos que salían los clavábamos. Los pelábamos en el embarcadero, le sacábamos la carne y la vendíamos a \$2 el kilo, la carne era mejor que el cerdo, salían hasta 200 o 300 kilos. No usábamos los huesos, los tirábamos. Lo traíamos a la casa y hacíamos el pakné que es el piñb la cabeza, los brazos, la cola, todo lo enterrábamos, le poníamos leña y piedra y al otro día en la mañana lo escarbábamos y venía la gente a comprarlo al patio de la casa pero solo había 200 o 300 personas, se vendía todo... Dejaron de estar porque vinieron unos pescadores a Chiquilá que echaban mucha red y los mataban, se enredaban, los mataban y se los llevaban a venderlos allá en Chiquilá... Vi bastantes, más de 100 porque era un criadero aunque ahorita dicen que ya recalaron otra vez... Se veían en el mes de julio, junio, agosto, en tiempos de bonanza... Cría llegamos a clavar incluso adentro del vientre aunque no usábamos la carne de la cría porque está muy tierna, usábamos la carne de la caballera (la hembra) y el macho... Era común verlos en la mañana por las 11 o 12 de la mañana... Los manatíes come un sargazo muy fino, muy delgado, se veía la hilera de la comida cuando andaban cerca... El manatí muere por la red porque se enreda y se ahoga. El manatí lo matan por la trompa, con un pedacito de tabla lo matabas, cuando sacaba la cabeza le pegabas en las vías respiratorias y hasta que se ahoga, lloraba mucho, le escurrían sus lágrimas, daba pena pero no había de otra... Cuando lo sacabas se cubría sus senos la hembra... Lo comíamos cada mes o cada dos meses... Los manatíes son animales muy indefensos, hasta puedes jugar con ellos, no tienen forma de atacar... Ahorita hay menos que antes pero no creo que la basura los afecte porque donde están ellos, hay ojos de agua que

retiran la basura... Son importantes porque hay turismo que les gusta ir a verlos, en Chiquilá es donde hacen los tours porque están más cerca de allá”.

#### *Entrevista 42*

“Cuando nosotros crecimos tuvimos que matar manatíes para alimentarnos, lo conservábamos con sal porque no había corriente eléctrica y duraba de 15 a 20 días. Los veía en la laguna, cuando había muchos estaban en la boca de la laguna, en unas pozas hechas por ellos, podías contar hasta cien manatíes ahí. Había cuatro pozas, dos cerca de la boca y otras dos por Yalikín. En el mar los podíamos ver cuando migraban, es probable que pasaran por del Golfo... No tiene una temporada de reproducción pero se sabe que dan pocas crías cada 4 o 5 años... Los veías casi saliendo el sol, en la mañana... Yo vi como unos 500 aquí en la laguna... Comían un alga muy delgada y se comía lo de abajo... El manatí muere porque hubo pescadores que vinieron y empezaron a usar el trasmallo entonces los manatíes se enredaban y ya no podían salir a respirar, entonces se ahogaban. Eso tiene unos 25 o 30 años. Y como no usaban la carne porque está muy penado ya lo dejaban ahí flotando, así se perdieron muchos manatíes... El manatí no muere por la marea roja, principalmente el manatí se ha extinto por el hombre... Antes había muchísimos delfines, tiburones, tortugas pero ahorita con las redes ya no hay tanto porque cubrieron toda la laguna, lo ancho y lo profundo, aparte dejaban las redes mucho tiempo... Manatíes ya no hay... No les afecta a ellos la basura... Son importantes por la alimentación, es de las mejores carnes que hay”.

#### *Entrevista 56*

“El manatí es gris, aquí cayó una vez, por accidente pero es muy sabrosa la carne, sabe como la carne de puerco... Lo vi yo en río Yalikín, ahí viven, en los ríos de la laguna, que son muy profundos y muy largos... Ahorita ya es muy raro verlos, no hay muchos... Los vi en lluvias, salen ellos a dar la vuelta en lluvias... En las tardes es más fácil verlos... Cuando yo lo vi ya estaba muerto en la red, se atoró en la red al echarla. Mueren principalmente por las redes, caen por accidente... Siguen igual, no han aumentado... La basura los afecta porque ellos pueden comérsela... El manatí en Chiquilá es muy importante porque de noche llevan a los turistas a ver cocodrilos y manatíes”.