



Universidad Veracruzana

# UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Campus Tuxpan

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

**“Caracterización del Hábitat del Manatí (*Trichechus manatus manatus*) en el Sistema Lagunar del Alvarado, Veracruz”**

**TESIS**

Que para obtener el título de:

**MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS  
MARINOS Y COSTEROS**

**P R E S E N T A:**

**Biol. Rosario Guadalupe Suárez Achaval**

**D I R E C T O R:**

**Dr. Arturo Serrano Solís**

**A S E S O R:**

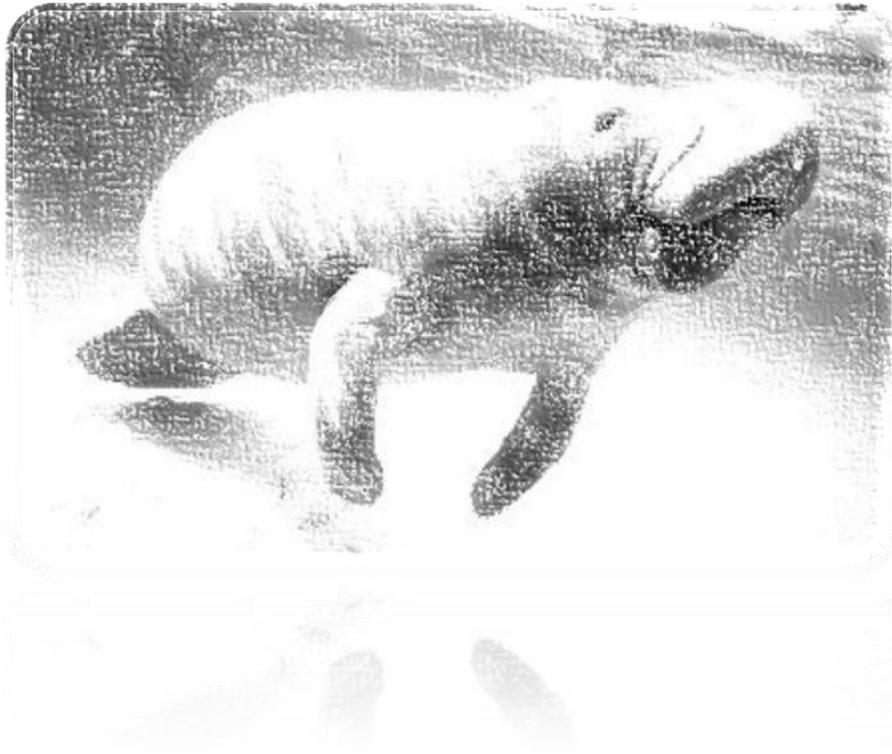
**Dr. Ascensión Capistrán Barradas**



Universidad Veracruzana

Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz

2010



"Las ciencias tienen las raíces amargas;  
Pero muy dulces los frutos".  
Aristóteles

## ⋈ AGRADECIMIENTOS ⋈

¡No es fácil llegar...! se necesita lucha y deseo, pero sobre todo apoyo como el que he recibido durante este tiempo. Porque gracias a su enseñanza, guía, confianza y comprensión he llegado a realizar uno de mis anhelos más grandes de mi vida y al término de esta etapa de mi vida, quiero expresar un profundo agradecimiento a quienes con su ayuda me alentaron a lograr esta hermosa realidad.

En primera estancia agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología (COVECYT) por el apoyo financiero a través del Proyecto No. 109067 de “Diagnostico de Poblaciones de Manatí en el Sistema Lagunar de Alvarado” del cual se desprende la presente investigación.

Al Dr. Arturo Serrano Solís:

Por qué me ayudo en la superación de mis ideas, formación profesional e investigador y por confiar en mi trabajo. Así como la disponibilidad y paciencia para llegar al término de esta tesis.

Al Dr. Ascesión Capistrán Barradas:

Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación

A mí comisión lectora por la M.A. Iliana Del Carmen Daniel Renteria, Dr. Rodrigo Cuervo Gonzalez y la Dra. Maritza López Herrera gracias porque cada uno apporto valiosas ideas para que este trabajo concluyera.

Al Maestro Ciencias en Oceanografía Costera Juan Carlos Solís Bautista:

Por su capacidad para guiar mis ideas, por que ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigador y por la Amistad brinda. ¡Muchísimas Gracias!

Por el apoyo brindado en los mapas ilustrados en este trabajo a la Maestra en Desarrollo Rural Blanca Esther Raya Cruz. ¡Gracias Rayita!

A través de mis estudios expreso mi agradecimiento infinitamente a los profesores y compañeros de la maestría por su valioso tiempo brindado durante este periodo. ¡Qué Bonita Maestría! . .

Agradezco de todo corazón a mis AMIGOS, que son muchos los amigos y amigas, a lo largo de estos años, de todas las edades, de muchas partes de nuestra República Mexicana. Les agradezco el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis.

Así como la Familia Romero Santiago que son las personas que directa o indirectamente han tenido a bien ayudarme en forma moral para mi formación como ser humano y profesional, en respuesta a esto, cuenten con una gran amiga. Los quiero mucho.

A Tania Paola Hernández Cabrera y Italia Retureta Delgado por su colaboración y apoyo total que en su momento me brindaron para la realización de los trabajos de campo.

## ☼ DEDICATORIA ☼

A mí Madre:

Por qué es él ser más maravilloso de todo el mundo, por el apoyo moral, sabios consejos, tu cariño, trabajo, esfuerzo, comprensión que desde niña me has brindado por eso y muchas cosas más he llegado al final de este camino. Porque eres de esa clase de personas que todo lo comprenden, dan lo mejor de sí mismos sin esperar nada a cambio porque sabes escuchar, brindar ayuda cuando es necesario porque te has ganado el cariño, admiración y respeto de todo el que te conoce.

A mi Padre:

Porque desde pequeña ha sido para mí un gran hombre maravilloso del que nunca me he cansado de admirarlo. Gracias por guiar mi vida con energía y alegría, por qué esto ha hecho de mí una gran persona. Tú me ensañaste que la humildad es virtud que tiene la sabiduría para reconocer el verdadero amor, "Sacrificio" y yo; Agradezco humildemente todos los esfuerzos que realizaste, en los momentos más difíciles y más felices a lo largo de mi vida, para que yo pudiera alcanzar lo más preciado... ¡Te quiero Mucho papá!, donde quieras que estés.

A mis Hermanos:

Sabiendo que no existirá una forma de agradecer toda una vida, de lucha, sacrificio y esfuerzo. Hoy finalizó una etapa más en mi vida, agradezco la confianza que han depositado en mí. Su apoyo al compartir conmigo: logros, tropiezos y el esfuerzo que han realizado durante toda mi vida, para que al fin llegara este momento, gracias a Dios y ustedes. Qué han guiado mis pasos he alcanzado esta meta tan anhelada para mi superación personal, ahora sé que puedo continuar con la vida.

*Rosario Guadalupe Suárez Achaval*

## Caracterización del hábitat de manatí (*Trichechus manatus manatus*) en el Sistema Lagunar de Alvarado (SLA), Veracruz, México.

### RESUMEN

El manatí es una especie de importancia del orden los sirenios, esta especie recibe un valor específico, por ser un mamífero de gran tamaño, acuáticos y herbívoros. De las pocas poblaciones saludables de los manatíes en México se limitan a regiones relativamente aisladas; por las condiciones en las que se encuentra su hábitat, que se caracterice por reunir condiciones esenciales para su sobrevivencia y recuperación de dicha especie. Es por eso que el objetivo de este trabajo fue Caracterizar el hábitat de la población de manatí en el SLA, Veracruz. En su distribución se han realizado estudios sobre el hábitat del manatí, para establecer las áreas preferibles de la especie también llamadas “áreas óptimas”. Para la elaboración de este estudio se realizaron transectos lineales sistemáticos, cubriendo el máximo del área del sistema lagunar. El modelo utilizado para este transecto es el propuesto por Thomas *et al.*, (2007) y Buckland *et al.*, (2008). En cada punto de muestreo se tomaron los siguientes datos: Salinidad, Profundidad, Oxígeno Disuelto, Sólidos Disueltos Totales, Temperatura del Agua, pH, Tipo de Fondo, Conductividad y Potencial Oxído Reductor (POR); En esta tesis se muestra los resultados obtenidos a partir del trabajo de campo realizado entre Octubre de 2008 a Julio 2010, donde se realizaron 45 salidas de campo, con un total 332.36 horas de esfuerzo, teniendo 531 puntos de muestreo y con 13 individuos observados. Se establecen seis lugares de avistamientos clasificándose en cuatro grupos mediante los análisis discriminantes, utilizando los parámetros físico-químicos, a partir del uso de la función de los componentes principales.

**Clave:** caracterización, hábitat, manatí (*Trichechus manatus manatus*), SLA Veracruz, parámetros físicos-químicos.

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. ANTECEDENTES</b>	5
<b>III. OBJETIVOS</b>	9
3.1.-Objetivo General	9
3.2.-Objetivos Particulares	9
<b>IV. ÁREA DE ESTUDIO</b>	10
<b>V. MATERIAL Y METODOS</b>	12
<b>VI. RESULTADOS</b>	15
<b>VII. DISCUSIÓN</b>	36
<b>VIII. CONCLUSIÓN Y APLICASÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO</b>	45
8.1.-Conclusión	45
8.2.-Recomendaciones	47
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b>	48
<b>X. ANEXOS</b>	66
10.1.-Anexo 1: Tabla de campo general (Transectos)	67
10.2.-Anexo 2: Tabla de caracterización	68
10.3.-Anexo 2: Tabla de la vegetación encontrada en la Bahía de	69

Chetumal.

## ÍNDICE DE CUADROS

	CONTENIDO	PÁGINA
<b>Cuadro 1:</b>	Los lugares concurridos por los manatíes en el SLA fueron los siguientes	15
<b>Cuadro 2:</b>	Promedios de los parámetros físicos-químicos del SLA	17
<b>Cuadro 3:</b>	Los parámetros físico-químicos registrados en los sitios de Avistamientos de manatí en el SLA	28
<b>Cuadro 4:</b>	Números de organismos avistados con la media de cada parámetro físico-químico registrado para ese punto.	26
<b>Cuadro 5:</b>	Comparativo que muestra la vegetación reportada como parte de la dieta del manatí en la Bahía de Chetumal (Castelblanco <i>et al.</i> , 2009) y la vegetación observada en los puntos de donde fueron avistados los manatíes en el SLA.	28

**ÍNDICE DE FIGURAS**

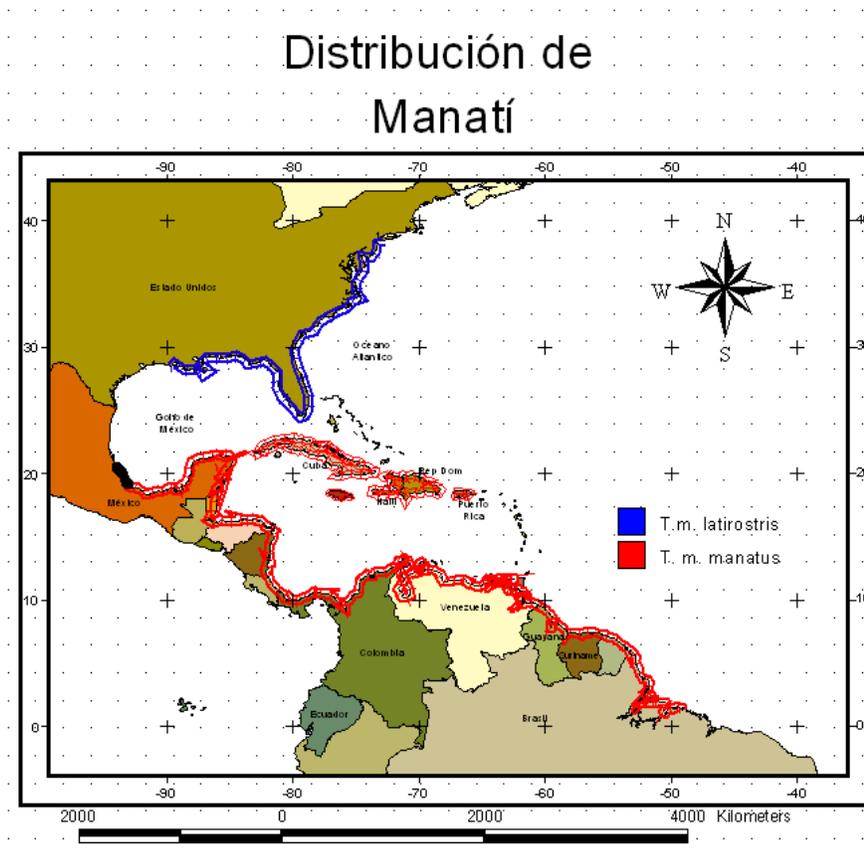
	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1:</b>	Distribución de las especies de manatí (Modificado de Deutsh <i>et al.</i> , 2008).	2
<b>Figura 2:</b>	Mapa del área de estudio, donde se ilustran los cuerpos de agua presentes en el SLA	11
<b>Figura 3:</b>	Observación de los organismos en los recorridos del Sistema Lagunar del Alvarado, Veracruz. (Diagrama tomada de Castelblanco, 2005)	12
<b>Figura 4:</b>	Mapa SLA, donde muestras las zonas de avistamiento de los manatíes	16
<b>Figura 5:</b>	Comportamiento de Conductividad durante el periodo de muestreo en el SLA	18
<b>Figura 6:</b>	Comportamiento de salinidad durante el periodo de muestreo en el SLA	19
<b>Figura 7:</b>	Comportamiento de sólidos disueltos totales durante el periodo de muestreo en el SLA	20
<b>Figura 8:</b>	Comportamiento de temperatura durante el periodo de muestreo en el SLA	21
<b>Figura 9:</b>	Comportamiento de oxígeno disuelto durante el periodo de muestreo	22
<b>Figura 10:</b>	Comportamiento de pH durante el periodo de muestreo	23

<b>Figura 11:</b>	Comportamiento de potencial de óxido reductor durante el periodo de muestreo	24
<b>Figura 12:</b>	Representación grafica de los lugares avistamiento de manatí	25
<b>Figura 13</b>	Ilustración de los Análisis de componentes principales por medio de las variables físico-químicas	27
<b>Figura 14</b>	Imágenes de la vegetación reportada en el SLA	29
<b>Figura 15</b>	División de las zonas de muestreo en el SLA	31
<b>Figura 16</b>	Imagen de la costa de la Laguna de Alvarado	32
<b>Figura 17</b>	Imagen de Tlalixcoyan	33
<b>Figura 18</b>	Imagen de Medano/Grande	33
<b>Figura 19</b>	Imagen de los Buzos	34
<b>Figura 20</b>	Imagen de Culebrillas	35
<b>Figura 21</b>	Imagen de Laguna Camaronera	35

## I. INTRODUCCIÓN

La familia de los manatíes (Familia *Trichechidae*) son miembros del Orden Sirenia, un grupo singular de mamíferos acuáticos que se alimentan exclusivamente de materia vegetal (Best, 1981). El género *Trichechus* se concentra en las aguas costeras e interiores del Mundo y se compone de tres especies: 1) *T. inunguis* (manatí amazónico) es endémico de la región del Amazonas y vive exclusivamente en agua dulce; 2) *T. senegalensis* (manatí de África Occidental) habita en los estuarios y ríos de África Occidental; y 3) *T. manatus* (manatí antillano) distribuido desde el sudoeste de los Estados Unidos hasta el norte de Sudamérica. El Estrecho de la Florida por un lado y las temperaturas frías del norte del Golfo de México por el otro, se cree que han fomentado la diferenciación del último en dos subespecies identificadas con base en las características osteológicas (Domning y Hayek 1986): *T. m. latirostris* (manatí de la Florida) habita en la Florida y en el norte del Golfo de México se encuentra la especie *T. m. manatus* (manatí de las Antillas) desplazándose desde las costas y los ríos desde México hasta el noroeste de Suramérica incluyendo el Gran Caribe (Figura 1).

El manatí es una especie de valor específico, por ser uno de los mamíferos de gran tamaño, acuáticos y herbívoros. El peso de los manatíes varía entre 400 a 900 kg en peso y de 2.8 a 3.5m en su longitud total (O'Shea, 1992).



**Figura 1.** Distribución de la especie de manatí (Modificado de Deutsch *et al.*, 2008).

Poseen un cuerpo fusiforme, de color gris a negro, con una cola horizontalmente aplanada y carecen de miembros posteriores. Los miembros anteriores están modificados en aletas en forma de remos y presentan uñas a los extremos. El hocico es chato y los carnosos labios flexibles están provistos de cerdas sensoriales. Otros pelos, más finos y más espaciados, cubren la superficie del cuerpo. Los ojos son pequeños. Las orejas carecen de pabellón externo. Los dientes caninos e incisivos están ausentes y los dientes de la quijada se mueven continuamente hacia delante, parecido a una correa transportadora. Los huesos

son extremadamente densos, los huesos largos y costillas carecen de cavidad para la médula (PNUMA, 2005).

Aunque los manatíes son principalmente herbívoros, ellos son también detritívoros y coprófagos. Además, consumen una variedad de invertebrados (Cladóceros, Ampelísidos, Insectos, Isópodos, Tanaidáceos y Anípodos), que ingieren junto con los pastos marinos o macrofitas de agua dulce de manera accidental (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2001). Las poblaciones saludables de manatíes en México se limitan a regiones relativamente aisladas, a presión del desarrollo humano dentro de su hábitat; como puede ser la caza intensiva que se practicó desde el siglo XVI hasta principios del siglo XX, donde se tiene una disminución considerablemente de estas poblaciones (Lefebvre *et al.*, 2001). A pesar de estas referencias, hay una escasez de información cuantitativa que pone a prueba la relación real entre estos factores y la distribución de las especies (Olivera-Medellin, 2005).

Hace varias décadas existían pescadores especializados en la búsqueda y caza de manatíes (“manaticeros”), cada uno de los cuales podían matar más de una decena de individuos por temporada (Castelblanco-Martínez *et al.* 2005) Esta influencia de caza resultó reflejada en la población de manatíes, ya que su tasa de crecimiento es relativamente lenta poniendo en peligro a la población (Marmontel *et al.*, 1992). Son animales que pueden vivir un largo tiempo y sobre-pasan la edad de más de 50 años de existencia. Las hembras alcanzan la madurez entre los 3 y 4 años de edad. La tasa de mortalidad durante los primeros años es alta

pero disminuye después de la madurez (Marmontel, 1993), por lo que es un mamífero cuyo estado actual es delicado en todas las zonas de distribución. La especie es clasificada como vulnerable en las listas del Libro Rojo de Especies (U.I.C.N., 2001). Al manatí se le puede definir como una especie centinela, este significado se les proporciona a las especies que están "en guardia" o "vigilantes" de cambios que ocurren en su ambiente. Es por eso que se utilizan como indicadores para predecir los efectos en su entorno y poder saber las consecuencias irreversibles en el ambiente (Reddy *et al.*, 2001). Es por esto que el objetivo general de este trabajo fue caracterizar el hábitat del manatí del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (SLA).

## II. ANTECEDENTES

Las investigaciones sobre el *T. manatus* empezaron a principios del siglo XX. En 1950 surgieron algunos trabajos de investigación que mostraron interés por conocer la ecología y biología del manatí (Lluch, 1965; Hartman, 1979). Desde entonces se han realizados trabajos que ahora nos ayudan a saber la distribución del manatí, empezando por la vertiente del Golfo de México y del Caribe, específicamente, desde el estado de Carolina del Norte hasta el centro de Brasil (Lefevre *et al.*, 1989). Para México la abundancia de manatíes no se ha determinado hasta la fecha (Morales-Vela *et al.*, 2003). Sin embargo, en la Bahía de Chetumal en Quintana Roo, hay una población estimada de 130 manatíes (Morales-Vela, *et al.*, 2003). Colmenero *et al.* (1986) señalan que *T. manatus* tiene la extensión más amplia en la actualidad, se encontró en los ríos del Golfo de México: Pánuco, Coatzacoalcos, Papaloapan, Grijalva y Usumacinta; y así como en lagunas y áreas inundables adyacentes a estos ríos que se forman en la época de lluvias en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche. Sin embargo, estudios recientes demuestran que esta especie ha desaparecido en la parte norte del estado de Veracruz: Tamiahua, Tuxpan, Tecolutla y Casitas-Nautla (Serrano *et al.*, 2007). Pero algunos pescadores siguen informando de la presencia frecuente de algunos manatíes en la zona norte del estado de Veracruz y coinciden con el estudio de Colmenero *et al.* (1988).

En cuanto a los requerimientos de hábitat Jiménez-Pérez (1998) dice que los recursos más utilizados por la especie son: abundante alimento en forma de vegetación acuática, elevada cobertura boscosa, aguas cálidas, profundas y de poca corriente, y cursos de agua anchos. Gómez-Camelo *et al.* (2004) desarrollaron un trabajo de investigación cuyo objetivo fue describir los hábitos alimenticios para determinar zonas de comedero y enlistar las especies vegetales que constituyen la dieta de la especie. Olivera-Medellin (2005). Los manatíes son herbívoros estrictos, con una dieta generalizada de más de 60 especies de plantas de agua dulce y marina (Hartman, 1979; Best, 1981; Bengtson 1983; Ledder, 1986). Se ha reportado en estudios sobre su hábitos alimenticios que los manatíes llegan a mantener un pastoreo o forrajeo durante seis a ocho horas al día (Hartman, 1979).

La caracterización del hábitat del manatí es una prioridad para el tema de investigación internacional, regional y local, y para elaborar planes de conservación (PNUMA, 1995). El hábitat es esencial para la sobrevivencia y recuperación de las poblaciones de manatíes. Dicho hábitat está siendo afectado por la contaminación derivada del desarrollo industrial y de los asentamientos humanos que diseminan sustancias tóxicas mezcladas en el agua y en la vegetación que consumen los manatíes (Rodas-Trejo *et al.*, 2008). Si se quiere proteger y llegar a la recuperación de la población del manatí, se debe determinar los requerimientos del hábitat y las áreas de especial significado biológico (Brownell, 1980).

Los estudios realizados con *T. m. latirostris* reportan, como limitantes de su distribución en un área a los siguientes factores: la temperatura del agua los manatíes están restringidos a las aguas tropicales y subtropicales debido a que su baja tasa metabólica que les impide mantener su temperatura corporal en aguas frías (Husar, 1977; Whitehead, 1977; Gallivan y Best, 1980; Campbell e Irvine, 1981; Shane, 1981; Irvine, 1983; Reynolds y Wilcox, 1986), salinidad (Lluch, 1965; Husar, 1977; Rose, 1985), cantidad y tipo de alimento disponible (Hartman, 1979; Bengtson, 1983; Etheridge *et al.*, 1985), profundidad de los cuerpos de agua (Hartman, 1979; Powell y Rathbun, 1984), corrientes y mareas (Hartman, 1979); tráfico de embarcaciones a motor (O'Shea *et al.*, 1995) y actividad humana (O'Shea *et al.*, 1984 y 1985; Rose, 1985). La turbidez del agua no es factor limitante para la especie, ya que se le ha encontrado en aguas completamente claras, así como en aguas extremadamente turbias (Hartman, 1979).

A pesar de contar con estudios que citan la caracterización del hábitat para determinar la presencia de manatíes en los cuerpos de agua o costas, hasta el momento no se ha realizado ningún análisis cuantitativo que ponga a prueba la relación de estos factores con el uso de las áreas para el manatí. Esto hace que algunos trabajos hablen de la existencia de hábitat óptimo para el manatí sin que exista un criterio común publicado de lo que significa un "hábitat óptimo" (Rathbun, *et al.*, 1983; O'Shea *et al.*, 1988; Reynolds *et al.*, 1995). Jiménez (1998) desarrolló una base de datos sobre los humedales del noreste de Costa Rica y los avistamientos de manatíes asociada a un sistema de información geográfico (SIG).

Se tiene un primer registro a mediados de 1987 en las cercanías de río Pánuco (Parckard *et al.*, 1984). Colmenero y Hoz (1986) mencionan que en el estado de Veracruz solamente se tenía un registro de la población reducida en las lagunas adyacentes al río Nautla, y en los municipios de Minatitlán y Cosamaloapan. Antes del 1987 ya se mencionaba que el manatí no se encontraba en las costas de Tamaulipas (Powell, 1977; Gicca, 1976; 1977; Colmenero y Hoz, 1986). En estos lugares se capturaban a los manatíes con fines comerciales y de subsistencia. Colmenero-Rolon (1991) no observó manatíes en la laguna de Alvarado ni en los ríos Coatzacoalcos y Papaloapan y dedujo que se debía a la alta contaminación y tráfico de embarcaciones en estos cuerpos de agua.

Los manatíes tienen pocos depredadores naturales, principalmente el tiburón, el cocodrilo y el hombre. Este último ha sido el más importante ya que ha eliminado el mayor número de ejemplares para su aprovechamiento (Hartman, 1979). Se han venido generando refugios naturales, propuestas de recuperación y conservación para el manatí (Colmenero, 1983; Morales-Vela, 1996; Ortega-Argueta, 1999, 2000; Portilla Ochoa *et al.*, 2003). Colmenero-Rolón y Hoz-Zavala (1986) reconocieron que los manatíes pueden desempeñar un papel importante en la profundización de los ríos, al limpiar la vegetación acuática que interfiere con el tráfico de embarcaciones en los canales. Por eso es importante conocer su estado actual y así saber en las condiciones en las que se encuentra.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1.-OBJETIVO GENERAL

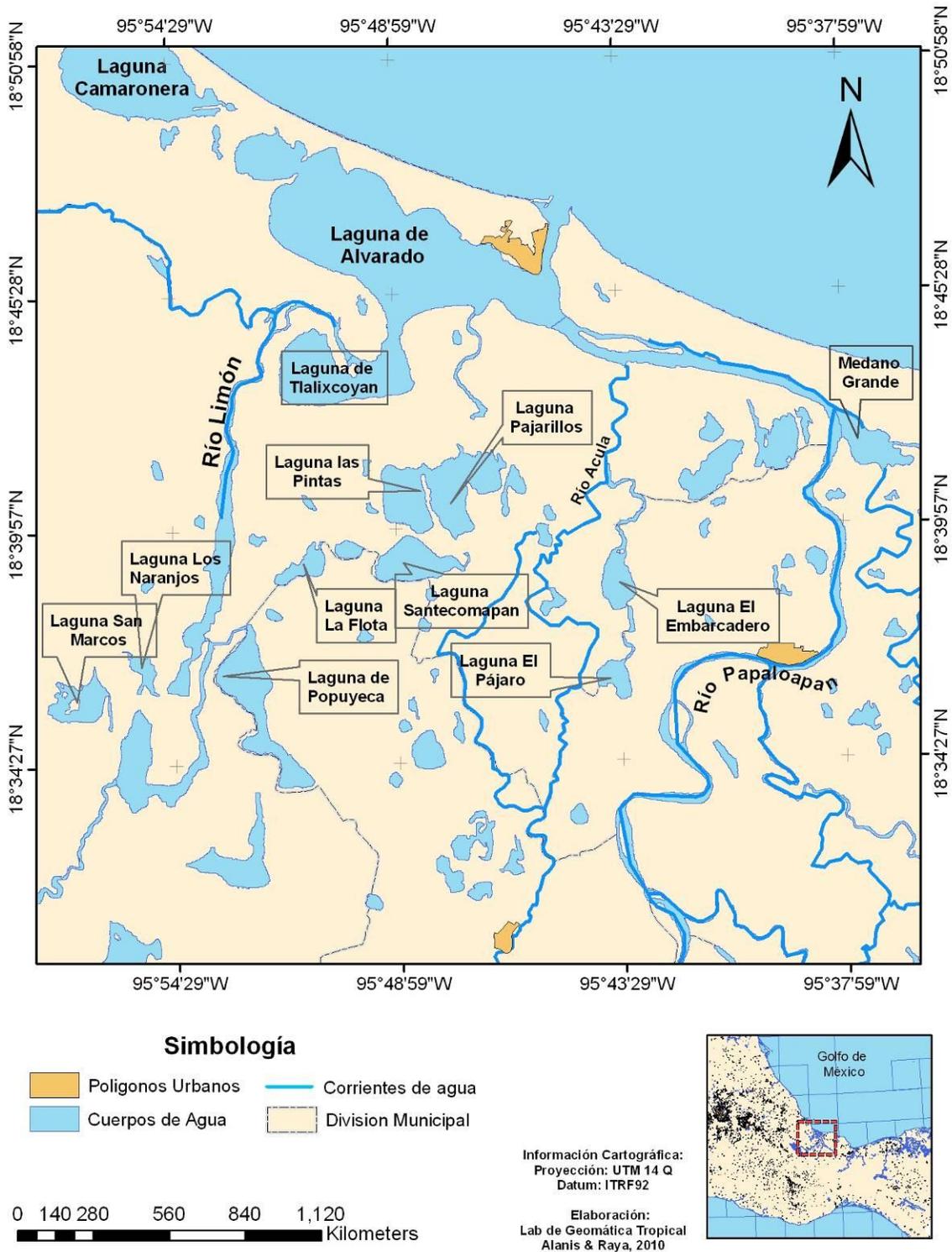
Caracterizar el hábitat del manatí (*Trichechus manatus manatus*) que se encuentra en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (SLA).

#### 3.2.-OBJETIVOS PARTICULARES

- ♣ Establecer los sitios de ocurrencia del manatí en el Sistema Lagunar de Alvarado
  
- ♣ Describir el entorno de los sitios de ocurrencia del manatí mediante la observación de su alrededor.
  
- ♣ Identificar las características del hábitat, mediante los avistamientos de los manatíes en el SLA.

#### IV. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza entre las coordenadas 18° 53' 00" y 18° 25' 00" de latitud norte y 95° 34' 00" y 96° 08' 00" de longitud oeste en Alvarado, Veracruz de Ignacio de la Llave en México. Con un área total de 51,960.52 ha del SLA, de la cual el 22.6% es considerada como hábitat apropiado para el manatí, y está localizada en la zona costera de los humedales de Alvarado (Ortega – Argueta, 1999). Su clima es cálido, con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 26°C y la media del mes más frío por arriba de 18°C. La temporada de sequía se presenta entre los meses de enero a mayo, la de lluvias inicia en junio y los "Nortes" tienen lugar en noviembre, generalizándose en enero. El sistema lagunar-estuarino, compuesto por las lagunas costeras salobres, donde se destaca la laguna de Alvarado, Buen País y Camaronera, y lagunas interiores como Tlaxicoyan, las Pintas, y varios ríos, sobresaliendo los ríos Papaloapan, Acula, Blanco y Limón (Figura 2) (Portilla-Ochoa *et al.*, 2003).

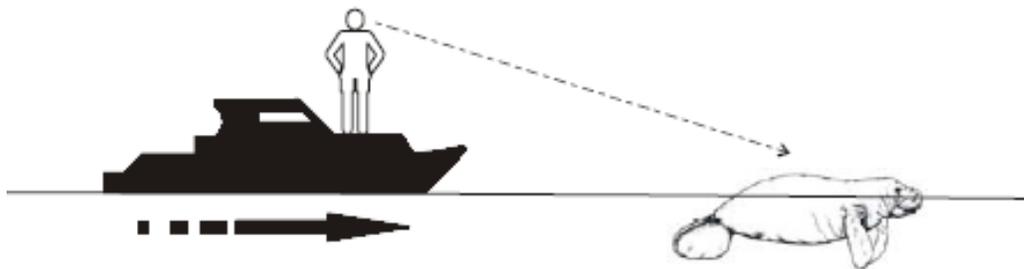


**Figura 2.** Mapa del área de estudio, donde se ilustran los cuerpos de agua presentes en el SLA.

## V. MATERIAL Y METODOS

La presente investigación se realizó de octubre 2008 a junio de 2010. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica, que permitió conocer la distribución de *Trichechus manatus manatus* en México. Posteriormente se realizaron los muestreos por medio de transectos lineales sistemáticos, cubriendo el máximo del área de estudio. Se utilizó un modelo con base en la metodología para transectos propuesta por *Thomas et al.* (2007) y *Bluckland et al.* (2008) para sistemas de complejos mediante el uso del programa Distance (*Thomas et al.*, 2005).

Para los recorridos se utilizó una embarcación con motor fuera de borda de 65 caballos de fuerza (HP), 25 pies de eslora y un puntal o proa de 1m (Figura 3)



**Figura 3.** Observación de los organismos en los recorridos del Sistema Lagunar del Alvarado, Veracruz. (Diagrama tomada de Castelblanco, 2005).

Los recorridos se hicieron a una velocidad de 15km/h con un horario de las 07:00 am hasta las 12:00 pm, donde se incluyen los recorridos diurnos y nocturnos. Durante el muestreo se visualizó durante 20-30 minutos cada punto establecido, al tener presencia de avistamientos de manatíes se observó por 10 minutos. Para la obtención de los datos se usaron como índices relativos de ocurrencia el número de avistamientos por unidad de tiempo (Nav/h) sin importar si se trataba del mismo animal o no, así como el número máximo de avistamientos simultáneos (NMAS), es decir, el número de animales diferentes estimado para cada muestreo (Castelblanco *et al.*, 2005).

Durante la navegación, se anotaron los siguientes datos: fecha, hora de inicio, hora de final (hora de llegada) y, de avistamiento, ubicación geográfica obtenida por GPS (marca Garmin modelo GPS map 76CSx) (presión  $\pm 3$ ), condiciones climatológicas (luminosidad, visibilidad en kilómetros y observaciones generales) (Anexo 1). En los recorridos en lancha se recomienda que la tripulación este integrada por un lancharo (piloto) y un observador en la parte delantera, y dos a cuatro observadores en los asientos traseros. Para cada punto de muestreo y avistamientos del manatí, se registraron los parámetros físicos-químicos: salinidad, profundidad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, temperatura del agua, pH, tipo de fondo y potencial óxido-reductor (POR) (Anexo 2). El equipo que se utilizó para registrar estos parámetros físico-químicos fueron una ecosonda (marca HUMMINBIRG, modelo 787C, Fishing system), un multiparámetro (Marca YSI modelo 5563) y un potenciómetro (Marca Hanna).

Se colectaron ejemplares de plantas acuáticas en cada punto establecido con el arrastre de un gancho de una longitud de un metro o manualmente (Castelblanco *et al.*, 2005). Las plantas fueron identificadas *in situ* por su nombre vulgar y posteriormente se identificaron hasta especie cuando fue posible, con la ayuda del plan de *Manejo Regional para el Manatí Antillano* (Quintana y Reynolds, 2007) e Identificación de los componentes de la alimentación de la dieta de los manatíes (*Trichechus manatus*) en la región noroeste de Brasil, (2008). Las plantas que fueron enlistadas como parte de la caracterización del hábitat del manatí, fueron colectadas y/o fotografiadas dando continuidad al proceso para la determinación de la dieta de la especie (Gómez-Camelo, 2004).

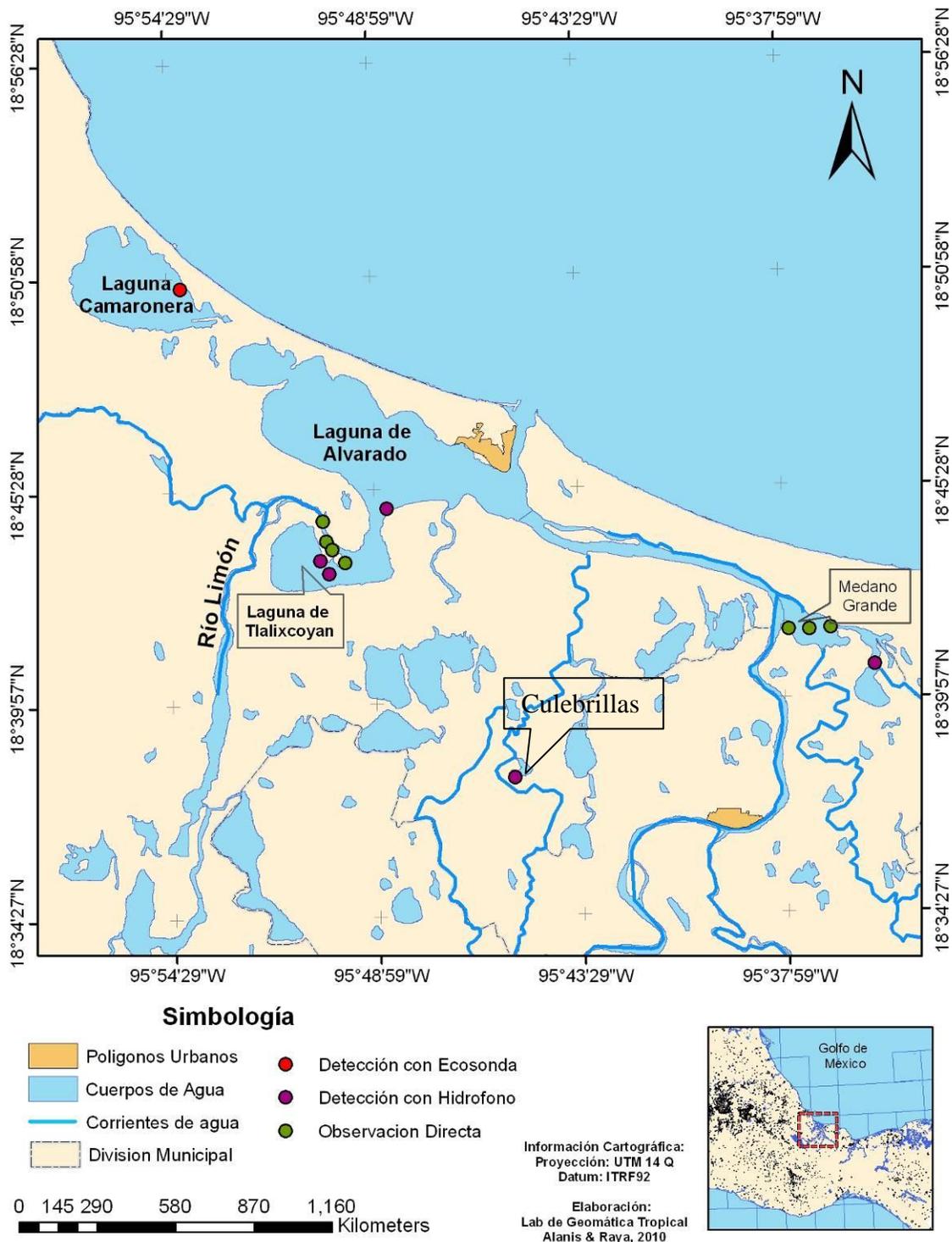
Después de haber obtenido los datos, se realizaron los análisis estadísticos donde se analizaron los parámetros físicos-químicos para describir el hábitat, utilizando el análisis de componentes principales (ACP)-desarrollado por Robertson *et al.* (2001) a un modelo de distribución de las especies en relación a las variaciones en su medio ambiente. Para la representación de graficas se realizaron con el programa Sigma-Plot versión 8.2.

## VI. RESULTADOS

Se realizaron 45 navegaciones a campo cubriendo un total de 1,027.63 km, en las cuales se obtuvieron un total 332.36 horas de esfuerzo con 531 puntos de muestreo dentro del sistema lagunar. Se observaron manatíes en los siguientes lugares: Laguna de Alvarado, Tlaxcoyan, Camaronera Los Buzos, Medano/Grande y Culebrillas (Cuadro 1). Durante el periodo de muestreo que fue de octubre 2008 hasta julio 2010, se detectaron un total de 13 individuos en el área, siete manatíes mediante la observación directa, cinco por medio de un hidrófono y uno mediante una ecosonda o “sonar” (Figura 4).

**Cuadro 1.-** Lugares concurridos por los manatíes en el SLA

<i>Fecha</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Individuos</i>	<i>Registro</i>	<i>Lugar</i>
15-Oct-08	N18°44'98" O95°48'38.29"	1	Hidrófono	Laguna de Alvarado
25-Oct-08	N18°43'19.7" O95°50'13.55"	1	Visual	Laguna de Tlaxcoyan
25-Oct-08	N18°43'39.65" O95°50'28"	1	Hidrófono	Laguna de Tlaxcoyan
31-Oct-08	N18°40'47.64" O95°35'34.23"	1	Hidrófono	Medano/Grande
31-Oct-08	N18°41'45.11" O95°36'43.63"	3	Visual	Medano/Grande
04-Mar-09	N18°50'41.93" O95°54'07.35"		Ecosonda	Laguna Camaronera
23-Ene-10	N18°44'41.4" O95°50'22.4"	3	Visual	Los buzos
27-Ene-10	N18°43'56.7" O95°50'8.4"	1	Hidrófono	Los buzos
01-Jun-10	N18°37'54.6" O95°45'20.8"	1	Hidrófono	Culebrilla



**Figura 4.-** Mapa SLA, donde se muestran las zonas de avistamiento de los manatíes.

Este sistema lagunar está conformado por estuarios, lagunas, ríos y esteros. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos para todo el SLA se presentan los máximos, mínimos y promedio en el Cuadro 2 y en el Cuadro 3 se presentan los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos de los sitios donde se observaron manatíes.

**Cuadro 2.** Promedios de los parámetros físicos-químicos del agua del SLA.

	<b>Puntos Muestreados</b>	<b>Unidades</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Promedio</b>
Conductividad	531	mS/cm	0.62	21.07	6.07
Salinidad	531	‰	0.03	13.33	2.97
SDT	531	g/l	0.36	14.19	3.66
T°	531	°C	22.77	31.61	27.05
OD	531	%	0.39	0.75	0.50
pH	531	pH	6.52	8.19	7.55
Profundidad	531	m	1.58	4.06	2.54
Potencial Oxido Reductor (POR)	531	mV	82.91	735.34	377.02

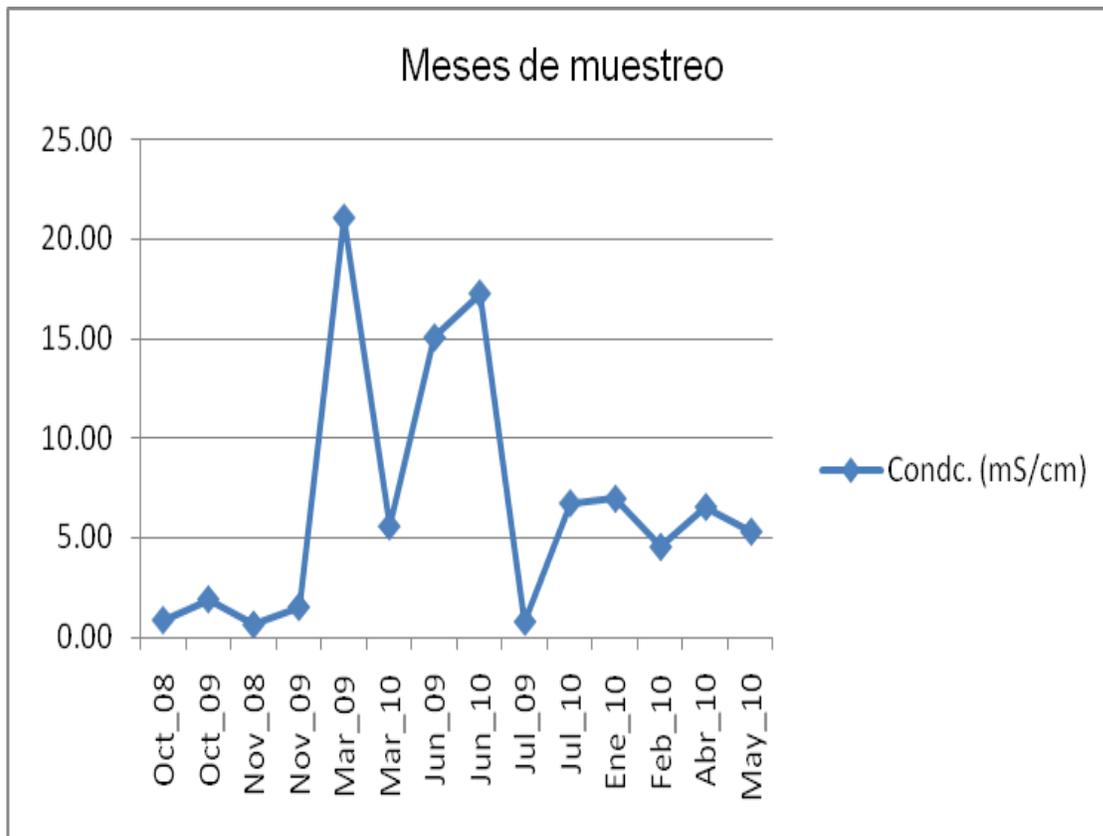
**NOTA:** Min= Mínimo, Max=Máximo

**Cuadro 3.** Los parámetros físicos-químicos registrados en los sitios de Avistamientos de manatí en el SLA.

	<b>Unidades</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Promedio</b>
Conductividad	mS/cm	0.10	58.40	7.14
Salinidad	‰	0.11	27.20	3.21
SDT	g/l	0.146	27.49	3.56
T°	°C	22.72	31.76	24.65
OD	%	0.30	0.60	0.45
pH	pH	6.34	8.45	7.75
Profundidad	m	0.457	10.00	2.15
Potencial Óxido reductor POR	mV	877.50	436.60	449.7

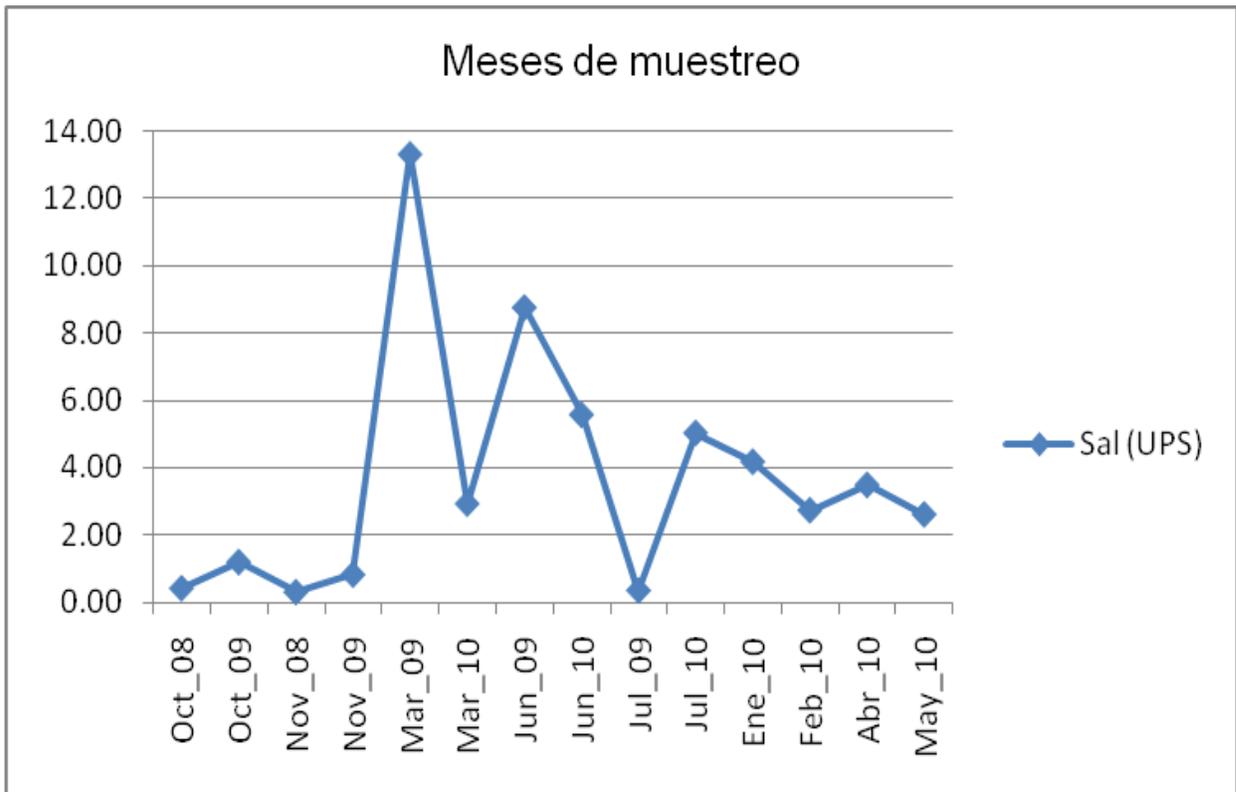
**NOTA:** Min= Mínimo, Max=Máximo

Para la conductividad eléctrica los mayores valores se registraron en el mes de Marzo 2009 fue el promedio más alto con un valor de 21.07 mS/cm y el mes de Noviembre 2008 con el promedio mínimo con un valor 0.62 mS/cm (Figura 5).



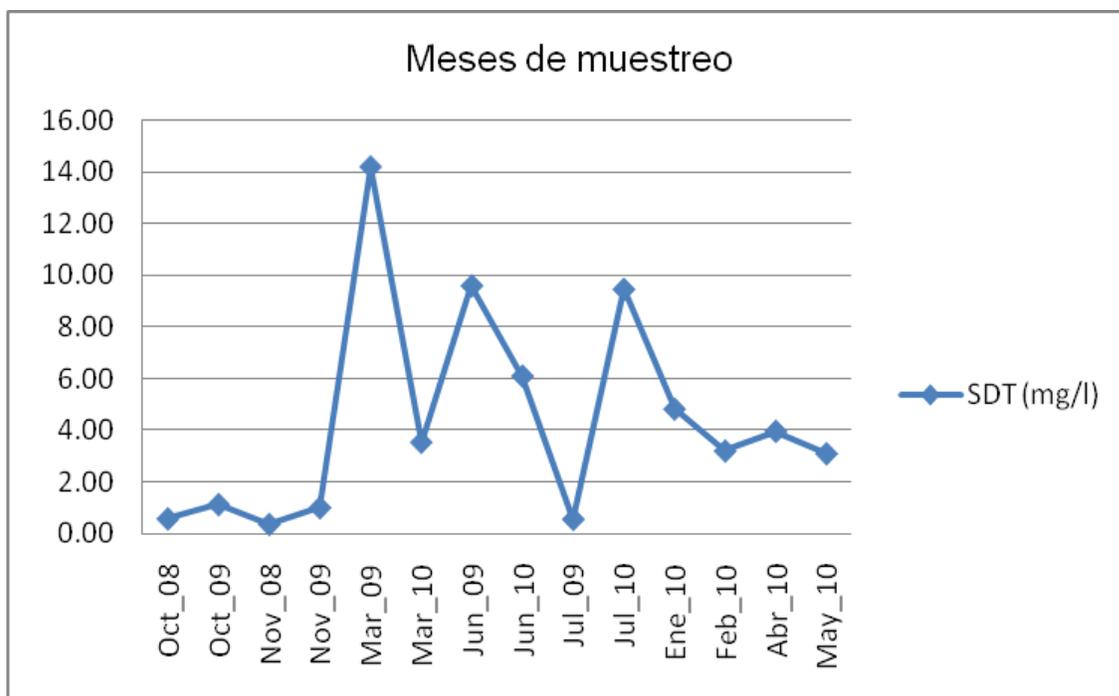
**Figura 5.** Comportamiento de la conductividad durante el periodo de muestreo en el SLA.

La salinidad del agua continental se define como la concentración de sales disueltas en el agua. En general está determinada por la presencia de los siguientes iones: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (k), Carbonato ( $\text{CO}_3$ ), Sulfato ( $\text{SO}_4$ ) y Cloruros (Cl). La salinidad se suele expresar en unidades como partes por mil (ppm) o unidades prácticas de salinidad (ups). Los resultados del comportamiento de la salinidad de la laguna en el periodo de evaluado muestran que el mes de marzo de 2009 presentó el valor más alto (13.33 UPS) (Figura 6).



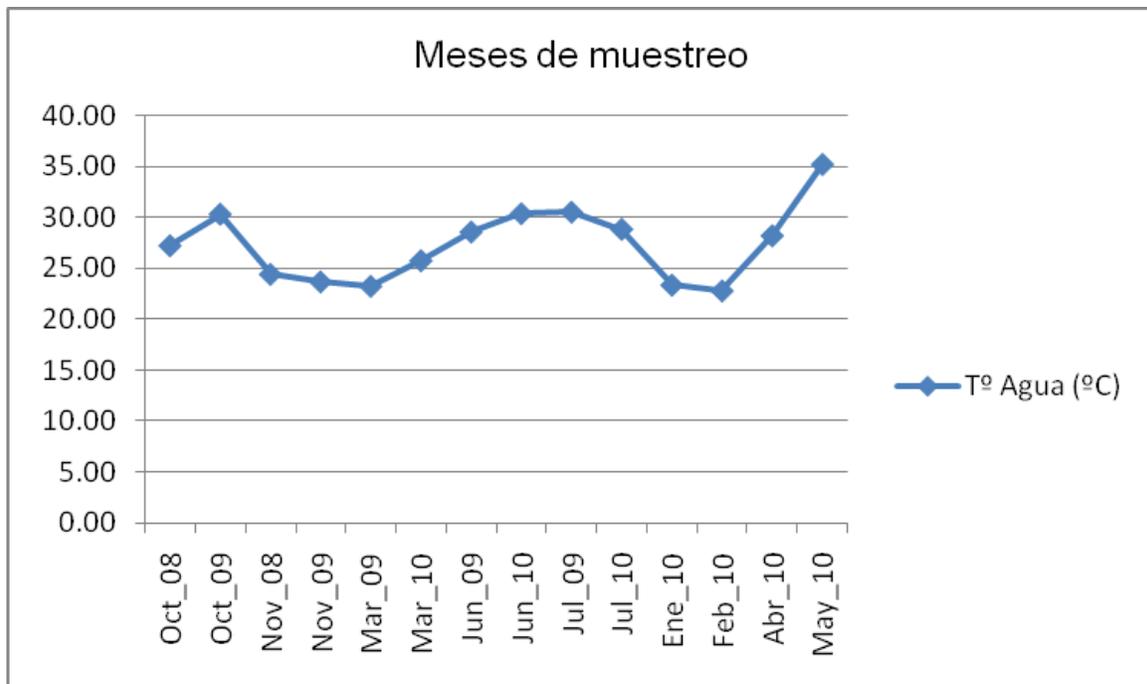
**Figura 6.** Comportamiento de salinidad durante el periodo de muestreo en el SLA.

El índice de sólidos disueltos totales SDT es una medida de la concentración total de iones en solución. Los parámetros STD y CE pueden relacionarse con las siguientes fórmulas:  $SDT \text{ (mg/l)} = 0.5 \times 1000 \times CE \text{ (mS/cm)}$  y  $SDT = 0.9 \times CE \text{ (ms/cm)}$ . El comportamiento de los sólidos disueltos totales del SLA muestran que el mes de marzo de 2009 presentó el promedio más alto con un valor 14.19 mg/l y el mes de noviembre de 2008 con el promedio con un valor 0.33 mg/l. (Figura 7).



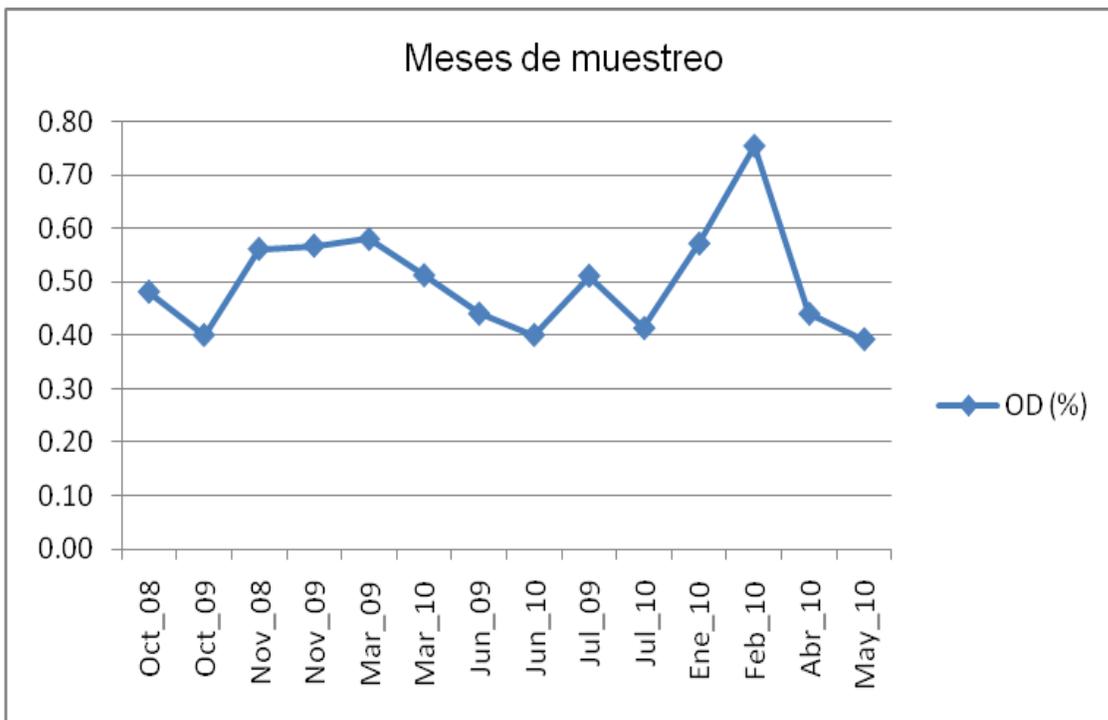
**Figura 7.** Comportamiento de los sólidos disueltos totales durante el periodo de muestreo en el SLA.

La temperatura condiciona las relaciones tanto fisiológicas del organismo como de los procesos que se realizan en el medio que los rodea. Ejemplo de ello es la transferencia de la atmósfera al agua y la velocidad de disolución de diferentes sustancias en el agua (Figura 8).



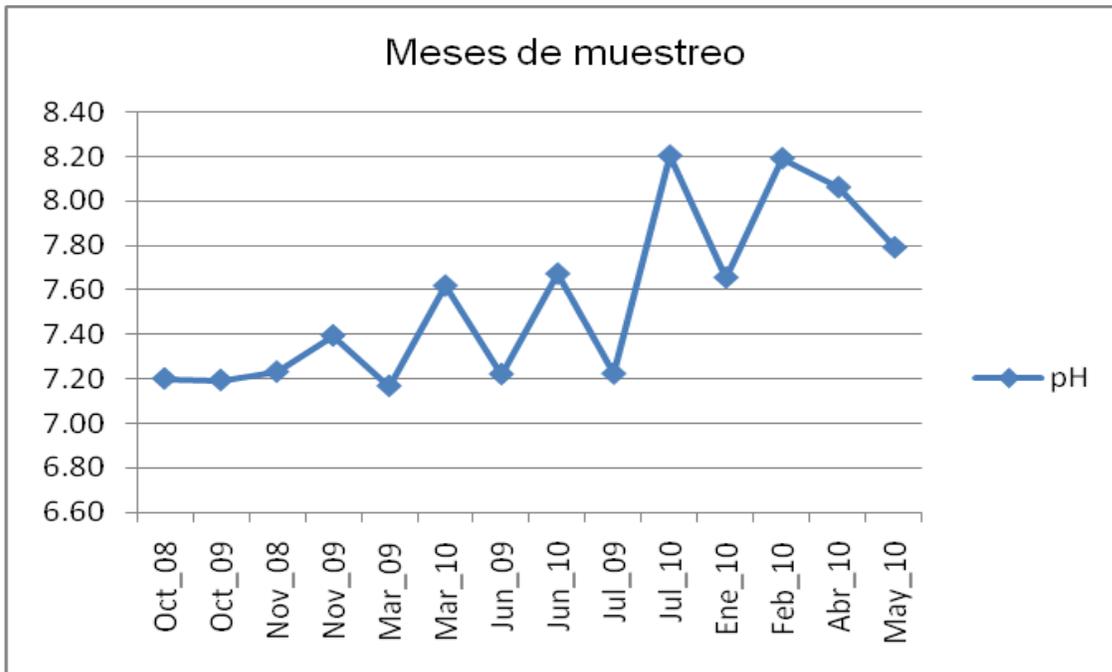
**Figura 8.** Comportamiento de temperatura durante el periodo de muestreo en el SLA.

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para los ríos, lagunas y esteros saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuál contaminada está el agua y cuánto bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir. El comportamiento de la oxigeno disuelto del SLA durante en el periodo de muestreo, muestran que el mes de febrero 2010 presentó el promedio más alto con un valor de 0.75 % y el mes de mayo 2010 tuvo el promedio mínimo con un valor 0.39 % (Figura 9).



**Figura 9.** Comportamiento de oxigeno disuelto durante el periodo de muestreo.

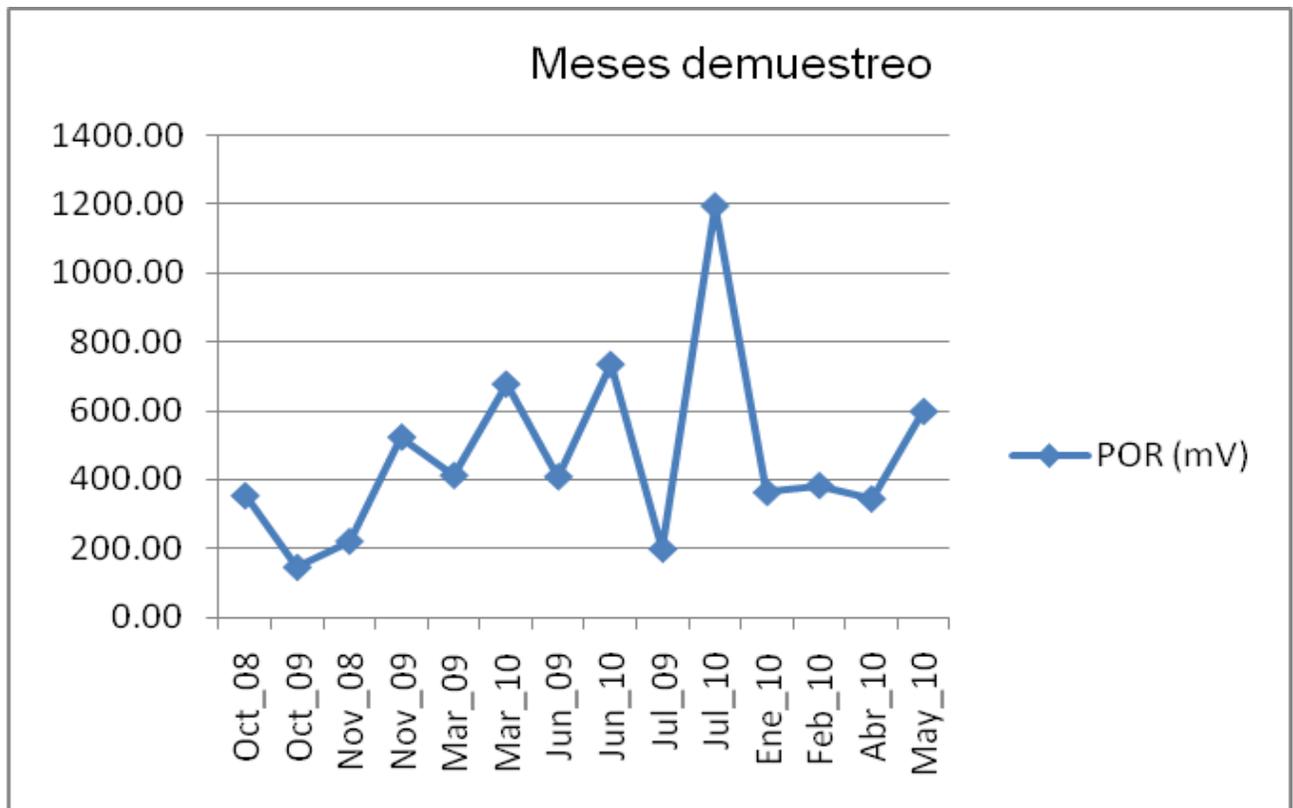
El comportamiento del pH del SLA durante el periodo de muestreo, muestra que el mes de febrero 2010 presentó el promedio más alto con un valor de 8.19 y el mes de noviembre 2008 con el promedio mínimo con un valor 6.52 (Figura 10).



**Figura 10.** Comportamiento de pH durante el periodo de muestreo.

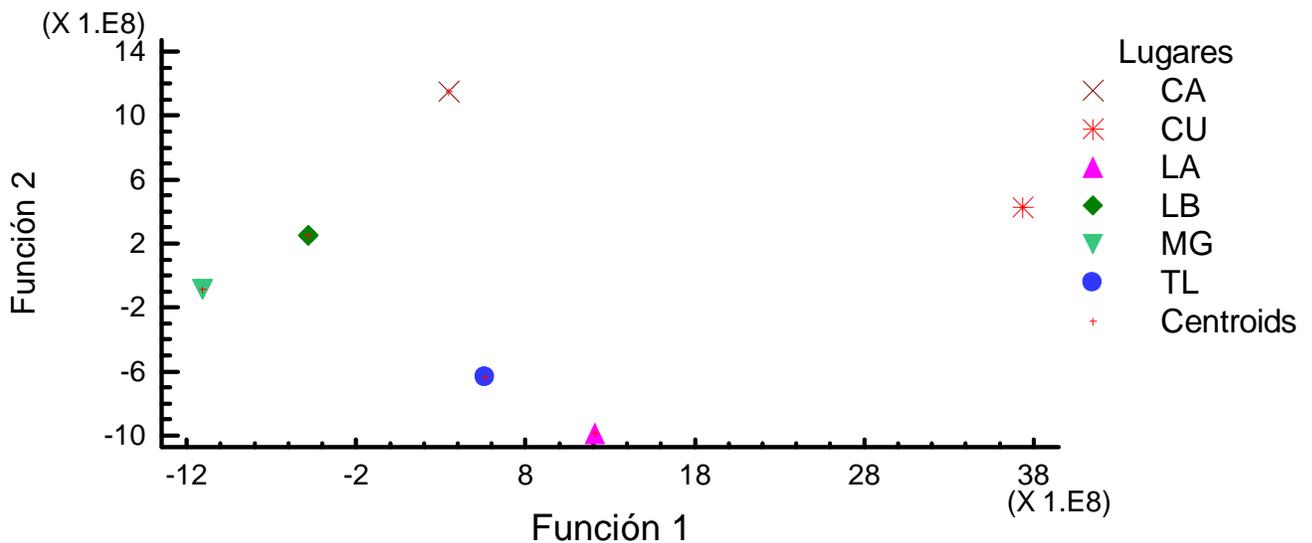
La profundidad es la distancia que hay desde el punto tomado como referencia (parte más alta, entrada, borde, etc.) hasta el fondo de una cosa o de un lugar. El intervalo de la profundidad se registró en variaciones máximas en el mes de marzo de 2009 que tuvo un promedio de 4.06m y la variación mínima se observó en el mes de Abril 2010 que tuvo un valor 1.58m.

El comportamiento del potencial de óxido reducción del SLA durante el periodo de muestreo, muestra que el mes de junio 2010 presentó el promedio más alto con un valor de 735.34mV y el mes de abril con el promedio mínimo con un valor de 82.91mV (Figura 11).



**Figura 11.** Comportamiento del potencial de óxido Reducción durante el periodo del muestreo.

Para establecer los resultados de identificación con los sitios de las características del manatí, se establecen en seis lugares de acuerdo a los avistamientos clasificándose en cuatro grupos, utilizando los parámetros físico-químicos, a partir del uso de la función de los análisis discriminantes generando las caracterizaciones como se muestran en la Figura 12. Teniendo el 99.85% nivel de confianza con la variable de conductividad.



**Figura 12.** Representación gráfica de los lugares avistamiento de manatí en donde los análisis discriminantes donde establece cuatro grupos. Donde las abreviaciones son: (CA) Laguna Camaronera, (CU) Culebrillas, (LA) Laguna de Alvarado, (MG) Medano/Grande, (TL) Tlalixcoyan.

Este análisis de la representación de la gráfica anterior permite la configuración de cuatro grupos homogéneos. El primero de los grupos lo forman tres lugares donde los conforman: Los Buzos y Medano/Grande; donde se encuentran la mayor cantidad de avistamientos de manatíes. El segundo grupo se encuentran

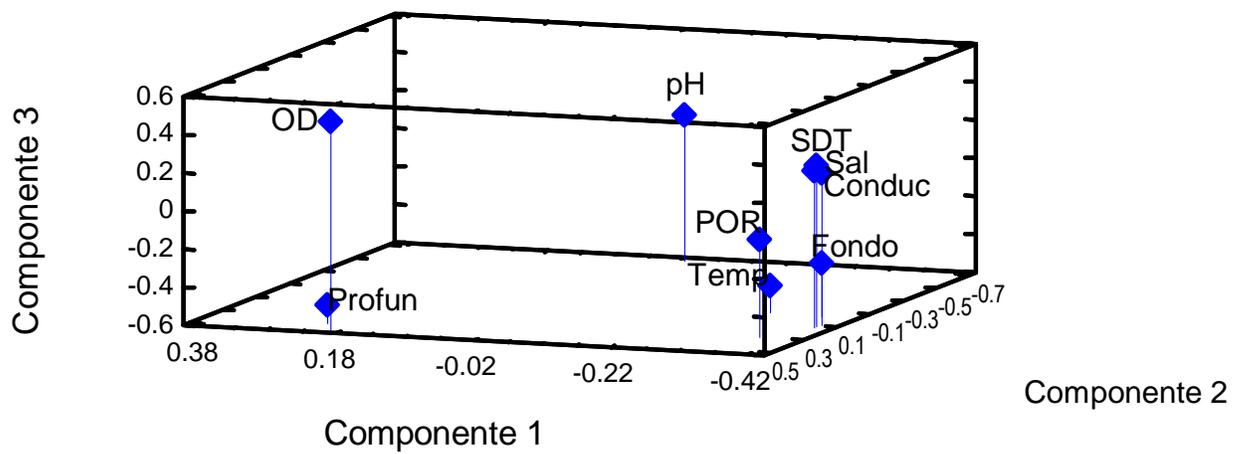
localizados en la Laguna de Alvarado y Tlalixcoyan. El tercer grupo está la Laguna Camaronera y el cuarto grupo es Culebrillas, estos dos últimos son los de menor avistamiento de manatí. Donde se obtuvo la descripción de los sitios de ocurrencia del manatí mediante los avistamientos. El 92% avistamientos de organismos prefirió sitios que tuvieran un fondo lodoso y solo el 8% de los organismos prefirieron lugares con un fondo arcilloso (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Media de cada parámetro físico-químico que determinan la distribución del manatí.

<b>Núm de individuos</b>	<b>Grupos</b>	<b>Conduc</b>	<b>Sal</b>	<b>SDT</b>	<b>T°</b>	<b>OD</b>	<b>pH</b>	<b>Prof</b>	<b>POR</b>	<b>Fondo</b>
8	1	0.92	0.41	0.6	23.79	0.51	7.83	2.31	271.21	Lodoso
3	2	0.7	0.35	0.46	27.18	0.5	7.75	1.74	316.26	Lodoso
1	3	6.69	3.68	4.38	24.2	0.6	7.46	0.7	428.8	Lodoso
1	4	9.63	4.87	5.72	29.92	0.4	7.83	1.2	669.1	Arcilloso

**Nota:** Conduc= Conductividad, Sal= Salinidad, SDT= Sólidos disueltos totales, T°= Temperatura, OD= Oxígeno disuelto, Prof= Profundidad, POR= Potencial oxido reductor.

Para establecer que parámetros físico-químicos caracterizan los sitios de ocurrencia del manatí se llevó a cabo un análisis de componentes principales. El propósito del análisis es agrupar las variables más importantes para el manatí. En este caso, surgieron tres grupos: unos donde esta solo el pH; otro donde se agrupan el oxígeno disuelto (OD) y profundidad (Profun); y finalmente el tercero donde tenemos a la conductividad (Conduc), salinidad (Sal), -sólidos disueltos totales (SDT), Temperatura (Temp) y potencial óxido reductor (POR) (Figura 13). Siendo este último grupo de características el que se presentó en los lugares donde se avistaron un mayor número de organismos.



**Figura 13.** Ilustración de los análisis de componentes principales por medio de las variables físico-químicas.

La vegetación presente en los lugares de ocurrencia de manatí en el SLA fue: *Pistia stratiotes*, *Eichornia crassipes*, *Crinum erubescens*, *Thalassia testudinum* y *Halodule sp.*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. El Cuadro 5 donde nos muestra las especies encontradas en el SLA en los puntos donde se observaron manatí.

**Cuadro 5.** Cuadro comparativo que muestra la vegetación reportada como parte de la dieta del manatí en la Bahía de Chetumal (Castelblanco *et al.*, 2009) y la vegetación observada en los puntos donde fueron avistados los manatíes en el SLA.

Bahía de Chetumal	SLA
<i>Halodule wrightii</i>	<i>Halodule sp.</i>
<i>Najas sp</i>	
<i>Thalassi</i>	X
<i>Testudinum</i>	X
<i>Ruppia maritima</i>	X
<i>Rhizophora mangle</i>	X
<i>Pistia stratiotes</i>	X
<i>Crinum erubescens</i>	X

**NOTA:** X =Presencia de vegetación en el SLA.



*Crinum erubescens*



*Eichornia crassipes*



*Pistia stratiote*



*Halodule* sp



*Thalassi*



*Rhizophora mangle*

**Figura 14.** Imágenes de la vegetación reportada en el SLA.

Las sesiones de observación fueron llevadas a cabo en 4 zonas del área de muestreo, con diferentes intensidades de esfuerzo. Para evitar el sesgo por esfuerzo y poder comparar las zonas, el número de avistamientos fue dividido en cuatro zonas, por el tiempo de muestreo. De estas áreas muestreadas, en las únicas donde se detectó la presencia de manatí fue en la Zona I y IV (Figura 6). El número máximo de individuos avistados fue de ocho en la zona I para los lugares de Laguna de Alvarado, camaronera, Tlalixcoyan y Los buzo; y tan solo cinco individuos en la zona IV que la conforman el Medano/Grande, Culebrillas.

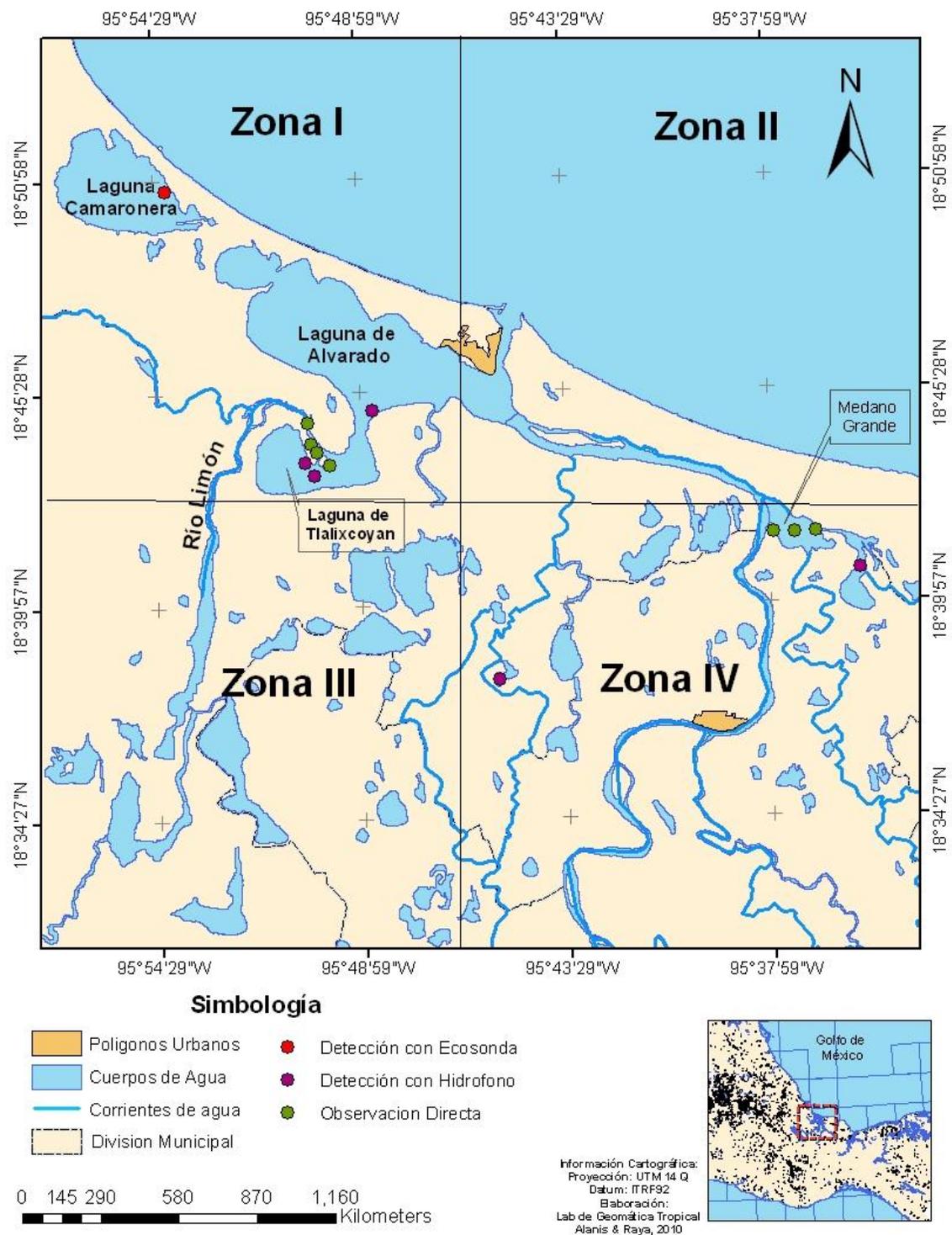


Figura 15. División de las zonas de muestreo en el SLA.

## Descripción general de los sitios de ocurrencia del manatí

1.-**Laguna de Alvarado** (Figura 16) Cuenta con vegetación flotante, sumergible, bosques de manglar (*Rhizophara mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*). Este cuerpo de agua en diversos horarios se puede encuentra gran actividad de transito de lanchas debido a la pesquería ribereña o artesanal, por lo cual la población se abastece de alimentación y trabajo cotidiano. Tiene influencia de agua marina. Donde también se ha visto actividad de carácter industrial, el cual ha traído una serie de problemas dentro del SLA.



**Figura 16.** Imagen de la costa de la Laguna de Alvarado.

2.-**Tlalixcoyan** (Figura 17) Es un lugar poblado, con grandes extensiones de potreros, rodeado de bosque de manglar (*Rhizophara mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*), vegetación sumergible; con frecuencia se puede encontrar actividad pesca, extracción de almeja y transito de lanchas



**Figura 17.** Imagen de Tlalixcoyan.

3.- **Medano/ Grande** Es una zona que se encuentra rodeada de manglar (*Rhizophara mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*), con poca población, en un extremo la vegetación es nativa, existe presencia de vegetación flotante. Es un lugar de tránsito de lanchas, y actividad pesquera artesanal.



**Figura 18.** Imagen de Medano/Grande

4.- **Los buzos** la vegetación de su alrededor es de bosque de manglar (*Rhizophora mangle*, *avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*), vegetación primaria selva baja cuya vegetación alcanza una altura mayor a los cuatro metros de altura y menor a 20 metros. Con actividad de pesca artesanal de camarón, carnada para otras especies comerciales. es una zona pequeña con actividad de pesca, zonas de potreros, vegetación flotante y es una comunidad florísticamente uniforme, compuesta esencialmente por tres especies que se distribuyen en función de los gradientes salinos y de inundación del suelo como son los mangles prieto o negro (*Avicennia germinans*); mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle rojo (*Rhizophora mangle*).



**Figura 19.** Imagen de los Buzos

5 **Culebrillas** es un lugar alejado de la comunidad de Alvarado, pero no tiene mucha actividad de lanchas, vegetación alrededor de bosque de manglar (*Rhizophara mangle*, *avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*), entre un promedio de 15m de altura, vegetación flotante.



**Figura 20.** Imagen de Culebrillas

6.- **Camaronera** Es una zona de profundidad baja, con población alrededor, actividad pesquera y con tránsito de lanchas, una de las zonas con mayor salinidad, tiene influencia de agua marina por medio de un canal artificial. Presencia de vegetación de pastos marinos y sargazo.



**Figura 21.** Imagen de Laguna Camaronera

## VII. DISCUSIÓN

El método que se utilizó para realizar los avistamientos de los manatíes, fue la observación directa en zonas diferentes del área de estudio, cubriendo casi en su totalidad el área de muestreo. Las observaciones fueron realizadas por un tiempo mínimo para permitir la localización y acompañamiento de los individuos avistados. Con el objetivo de facilitar el análisis de los datos, el tiempo de registro en muestreos de 30 minutos. Las labores de observación fueron de aproximadamente ocho horas (Castebianco *et al.*, 2005).

En el SLA la máxima de temperatura se presentó en el mes de mayo con 30.5°C (secas) y la mínima en diciembre (norte) con 21°C. La variación espacial mostró que sus aguas más calientes se ubicaron al sureste con 28.3°C, debido a la entrada de agua marina Villalobos *et al.* (1975); Flores-Coto y Méndez-Vargas (1982) y Espino y Lozano (1999). Estos datos nos establecieron una similitud con el periodo de muestreo 2008-2010 donde se obtuvo en el mes Junio del 2009 la temperatura de 22°C y Febrero de 2010 una temperatura de 31.61°C. Los parámetros físicos-químicos tienen un comportamiento variable a las situaciones de cada lugar y estaciones del año. Los manatíes tienen una adaptación a la temperatura del agua en invierno Husar (1977; 1979) mencionan que la distribución de manatí depende de la temperatura y su limitante por la temporada

Los resultados que se obtuvieron en este trabajo de investigación concuerdan con la presencia del manatí antillano donde habita en aguas dulces, salobres y marinas; y puede moverse libremente entre los extremos de salinidad. Por lo regular se encuentran comúnmente en las aguas costeras, estuarios y ríos en toda su área tropical y subtropical (Husar, 1977; Hartman, 1979). En este estudio se observó que *T. manatus manatus* se encuentra en una laguna costera y tiene preferencia por cuerpos de agua con poca salinidad (2.97ups). Además se consideró la información proveniente de los estudios ecológicos realizados en poblaciones de manatíes en México (Axis-Arroyo *et al.*, 1998; Morales-Vela *et al.*, 2000), Belice (Auil, 1998), Costa Rica (Jiménez-Pérez, 1998), Brasil (Best, 1981) y Estados Unidos (Hartman, 1979), y estos concuerdan con los factores que se obtuvo durante el avistamiento del manatí en el SLA.

La turbidez del agua no es factor limitante para la especie, ya que se le ha encontrado en aguas completamente claras (Hartman, 1979), así como en aguas extremadamente turbias como las que se presenta en el SLA. Por lo general nadan a profundidades entre uno y tres metros (SEMARNAT, 2001). Donde los lugares estudiados con avistamiento de manatí en el SLA tiene un rango de 0.70m a 2.30m, por lo cual son similitudes en los hábitats potenciales más importantes para los manatíes, y donde la especie solía estar distribuidas ampliamente. Actualmente los números de manatíes a lo largo de su distribución se han visto reducidos (Husar, 1977, Campbell y Gicca, 1978) debido a la creciente población humana y todas las actividades asociadas a ésta (Colmenero, 1991).

En la zona estudiada, se determinó que la contaminación, la pérdida de la vegetación debido al desarrollo de la agricultura y de la ganadería, la pesca, el desarrollo de una instalación portuaria, tránsito de lanchas, la cacería, son todas consideradas causas importantes de la degradación de los hábitats y de la consiguiente disminución de las poblaciones de manatíes (Ortega Argueta-2002). Por lo cual el manatí ya no habita en las mismas zonas donde eran reportados en años anteriores. Ortega-Argueta y Morales-Vela (2005) dicen que esto es el resultado de inadecuado desarrollo costero y urbano, como puede ser la degradación y destrucción de los humedales para la agricultura, potreros, de la explotación de petróleo y gas, de la industria pesquera y portuaria. Generando conflictos entre en la destrucción del hábitat, que es la amenaza importante para la sobrevivencia de la especie. En el área del Sistema Lagunar de Alvarado, la vegetación en su mayor parte ha sido alterada por diferentes actividades humanas e industriales, aunque se conservan restos de la vegetación primaria en sitios poco apropiados para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas (INP/IIB, 2000).

La calidad de un hábitat está dada por sus condiciones abióticas y bióticas, y un hábitat de alta calidad será aquel que reúna las condiciones necesarias para una sobrevivencia y reproducción exitosa de la especie en relativamente largos periodos de tiempo (Morrison *et al.*, 1992). En los seis lugares encontrados en el SLA se observó que tenían características de alta calidad que reúnen un espacio potencial para el manatí. La información que se sabe del uso del hábitat de los manatíes, es que utilizan los sistemas costeros críticos, tales como cobertura de

los manglares, praderas de pastos marinos, e incluso la barrera de arrecifes (Morales-Vela *et al.*, 2000). Como ocurre en la laguna de Alvarado, Tlaxicoyan, Camaronera, Medano/Grande, los Buzos y Culebrillas. La información disponible sobre la distribución espacial del manatí se limita a indicar su presencia en los cuerpos de agua asociados al río Papaloapan (Hall y Dalquest, 1963; Campbell y Gicca, 1978; Colmenero y Hoz, 1986; Maruri-García, 1997; Lefebvre *et al.*, 2001).

Douven *et al.* (2003) dice que el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), y los modelos espacialmente explícitos ayudan a estructurar la información de una manera lógica, significativa y adecuada para representar los lugares de interés. Las zonas del SLA presentan cobertura de bosques de manglar, pastos marinos, vegetación acuática y características físico-químicas. Y podían explicarse los sitios de ocurrencia, ya que las condiciones del hábitat, lo desplazan a la supervivencia, es decir recorrer diferentes sitios en donde tenga suficiente alimentación, una temperatura adecuada, que los cuerpos de agua no sean muy salobres, profundidad, etc.

De acuerdo a la utilización de diferentes hábitats, las especies pueden optimizar los recursos costeros de un sistema lagunar de manera programada, reflejando un comportamiento de selección del hábitat (Díaz *et al.*, 2006). Esto describe los factores abióticos y bióticos que buscan los manatíes con mayor frecuencia en el SLA, esto para optimizar su alimentación, reproducción y distribución. Según Jiménez-Pérez (1998) las características de los cuerpos de agua más utilizados por los *T. manatus manatus* son: abundante alimento (vegetación acuática),

elevada cobertura boscosa, aguas cálidas, profundas y de poca corriente, y cuerpos de agua anchos. Algunos de estos factores influyen directamente en el hábitat del manatí como es la conductividad, Sólidos Disueltos Totales, Salinidad, Fondo, Temperatura, Oxígeno Disuelto, pH, profundidad y Potencial Óxido Reducción en nuestra área de estudio. Por otro lado Bermúdez-Romero *et al.* (2004) realizó una investigación con respecto a las características ambientales que determinan la ocupación de zonas de refugio, y se enfatizó en la descripción de factores antrópicos que aumentan la mortalidad de la especie.

Los manatíes son herbívoros que se alimentan de una amplia variedad de las plantas sumergidas, flotantes, incluyen plantas marinas, vasculares de agua dulce, algas, hojas y raíces de mangle (Hartman, 1979; Best, 1981), y otros invertebrados que puedan proporcionar cantidades sustanciales de proteína (Hartman, 1971). De esta manera tenemos en nuestros sitios de ocurrencia que los manatíes encuentran una gran cantidad de alimentación ya que estas zonas de avistamientos tienen presencia de vegetación de su dieta ya establecida con otros enlistados de investigación. Los adultos se alimentan de seis a ocho horas por día, por lo general en sesiones de una a dos horas (Hartman, 1979) y puede consumir diariamente el 8% de su peso (Best, 1981). Por otra parte se sabe que Castelblanco-Martínez *et al.* (2003); Castelblanco-Martínez *et al.* (2004), desarrollaron un trabajo de investigación bajo el objetivo de describir hábitos alimenticios, pero los establecieron en épocas de aguas altas, determinar zonas de comedero y enlistar las posibles especies vegetales que hacen parte de la dieta de la especie (Gómez-Camelo *et al.* 2004). De las cinco especies enlistadas en los

sitios de ocurrencia del manatí es importante con cautela ya que no se ha muestreado una temporada completa. Esto debido a las cuestiones climáticas que se llegaron a presentar durante el periodo de muestreo.

Aun que los manatíes tienen una dieta generalizada de más de 60 especies de plantas de agua dulce y marina (Hartman 1979; Best 1981; Bengtson 1983; Ledder 1986). Se le ha observado alimentándose de la vegetación de las riberas para lo cual sacan parcialmente el cuerpo del agua apoyándose en sus extremidades anteriores (Hartman, 1979). Debido a que las plantas acuáticas son pobres en nutrientes, los manatíes utilizan un tercio del tiempo de su actividad diaria alimentándose, para lo cual deben ingerir aproximadamente un 8% del peso de su cuerpo (Best, 1981; Bengtson, 1983 y Etheridge *et al.*, 1985). La dieta del manatí de la Bahía de Chetumal se debió principalmente compuesta de fanerógamas. Las praderas marinas, tales como *Halodule wrightii* y *Thalassia testudinum*, se presentes en el 91% de las muestras, mientras que *Ruppia sp.* Fue en un 58% de las muestras. En este estudio no se observaron manatíes alimentándose, pero en los sitios que se avistaron los animales se observaron plantas como *Pistia stratiotes*, *Eichornia crassipes*, *Crinum erubescens*, *Thalassia testudinum* y *Halodude sp.*, Todas estas plantas han sido reportadas como parte de la dieta del manatí (Castelblanco-Matinez *et al.*, 2009).

Dentro del SLA los humedales están constituidos por ecosistemas representativos de la planicie costera del Golfo de México, incluyendo la vegetación de dunas costeras, espadinal (*Cyperus spp.*), tular (*Typha spp.*), apompal (*Pachira acuática*), diferentes tipos de palmas (*Sabal mexicana*, *Scheelea liebmannii*, *Acrocomia mexicana*), encinar de *Quercus oleoides*, selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria, selva baja caducifolia, acahuals, pastizales (naturales, cultivados e inducidos) y vegetación acuática y subacuática. Bosque de manglar de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* que están sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001 (Portilla-Ochoa *et al.*, 2003).

Los tipos de hábitat presentes en el área norte y oeste del SLA son planicies con pastos nativos, sabana y palmares de *Sabal*; existen también vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana que se intercalan con vegetación secundaria y encinares de baja altura dominados por *Quercus oleoides*. En este trabajo se observó que en el SLA el mayor número de avistamientos en las zonas noroeste (Zona I) y sureste (Zona IV). La parte central del sistema está cubierta de manglar, que en su margen este y oeste se mezcla con planicies inundables, apompales y espadinales (Sprunt y Knoder, 1980). Por lo tanto se determinó que la zona I es la zona con más avistamientos (8 individuos) de manatí. Las partes sureñas y altas del sistema están destinadas en su mayoría a la ganadería extensiva y al cultivo de caña de azúcar y arroz, por lo que la vegetación natural se ha removido casi en su totalidad (Portilla-Ochoa, 2003). Esto puede explicar la ausencia del manatí en estos sitios debido de a la actividad industrial, ganadera y agricultura, ya que estos

organismos requieren de un hábitat de alta calidad (Husar, 1978; Hartman, 1979; Reynolds y Odell, 1991; Lefebvre *et al.*, 2001):

Las zonas presentan las áreas más conservadas de vegetación debido a que son anegadas, a la inaccesibilidad por tierra y la baja densidad de asentamientos humanos. Ortega-Argueta (2002) determinó que la unión de las áreas apropiadas y altamente apropiadas para la presencia de manatí forman un corredor amplio que incluye las lagunas de Alvarado, Popuyeca, lagunas centrales, ríos Acula, Limón, Camarón, Chino y las lagunas asociadas a éste último. Es importante destacar que este autor realizó su trabajo en base a entrevistas con los pescadores y nunca observó aun manatí. En este estudio se encontró que los manatíes visitan seis lugares dentro del SLA. Los resultados de este estudio concuerdan parcialmente con lo reportado por. Ortega-Argueta (2002).

Ledder (1986); Mignucci-Giannoni, Beck, 1998; Quan- Young *et al.*, 2006, Borges *et al.*, 2008 y Espinoza Avalos *et al.*, 2009) Dicen que la biomasa de pastos marinos es baja, al igual que el número de macroalgas, lo que refleja que el sistema Chetumal sea relativamente pobre en vegetación sumergida. Cabe mencionar que las investigaciones orientadas a la dieta del manatí y el listado de análisis histológicos que se elaboraron en Chetumal concuerdan con varias especies presentes en el SLA.

Por otro lado sus resultados dicen que los manglares son una fuente de alimento para la población de manatíes ya que fueron encontrados en muestras de materia

fecal. Específicamente por el tipo de estructuras abundantes en las raíces aéreas y plántulas de mangle rojo (Tomlinson y Cox, 2000). Esto sugiere que los manatíes tienen una variabilidad con su dieta alimenticia y no dejan de explorar diferentes partes de plantas, dentro de su alimentación tenemos las plántulas del mangle rojo, donde podemos encontrarlos con el mangle rojo en los sitios de ocurrencia del manatí

## VIII.-CONCLUSIÓN Y APLICACIÓN PRÁCTICA DE TRABAJO

### 8.1.-Conclusión

Los parámetros físicos-químicos del hábitat del manatí tienen las condiciones adecuados dentro del SLA, para su alimentación, reproducción y su conservación. Las características que debe tener el hábitat del manatí son aquellos que se mantengan bajo los siguientes rangos: con un mínimo de conductividad de 0.70 mS/cm y un máximo de 9.63, la Salinidad mostró un comportamiento mínimo de 0.35 UPS y un máximo de 4.87 UPS, los Sólidos Disueltos Totales tuvo un mínimo de 0.46 mg/l y un máximo de 5.72 mg/l, la Temperatura se comporto con un mínimo de 23.79 °C y un máximo de 29.92°C, el Oxígeno Disuelto tuvo un mínimo de 0.4 % y un máximo de 0.6%, el pH se comporto con un mínimo de 7.46 y un máximo de 7.83, la profundidad se mostró con un mínimo de 0.70m y un máximo de 2.31m, el Potencial Oxido Reducción estableció un mínimo de 271.21 mV y un máximo de 316.26mV.

Esta caracterización nos permite evaluar las condiciones dentro del SLA de la presencia/avistamiento de los manatíes en los lugares de ocurrencia. También establecer seguimientos de las estaciones del año en los sitios y poder describir rutas migratorias. Esta información puede ser muy útil para futuros planes de manejo de la especie. De igual manera, servirá para desarrollar proyectos ecoturísticos que involucren el avistamiento de manatíes, lo cual daría una alternativa económica altamente redituable a los pobladores de la región.

Se establecieron 6 lugares de ocurrencia del manatí en el SLA que son: Laguna de Alvarado, Tlalixcoyan, Camaronera, Los buzos, Culebrilla y Medano/Grande. En estos lugares serían importantes para desarrollar programas de educación ambiental para las comunidades de Alvarado, para concientizar los riesgos actuales que amenazan a la especie.

Con estos resultados se obtuvieron la identificación de los hábitats que prioritariamente deben protegerse y el uso que el manatí le da a un sistema costero, por cual ayudará a tomar decisiones de conservación y manejo de la especie.

Deberá iniciarse estudios sobre los contaminantes principales en el área, como residuos de agroquímicos procedentes de zonas agrícolas donde éstos son utilizados intensivamente o procedentes de la producción de cultivos. Deberán realizarse investigaciones destinadas a evaluar el impacto de los plaguicidas sobre la supervivencia de los manatíes. Para ello se deberán extraer muestras de plaguicidas de las plantas que sirven de alimento a los manatíes. Deberá realizarse investigaciones encaminadas a identificar los contaminantes de los principales poblados como Livingston, Río Dulce, Puerto Barrios, Santo Tomás y El Estor, así como un estudio de impacto ambiental sobre aguas residuales.

## 8.2.-RECOMENDACIONES

- ❖ Evaluar las condiciones de impacto que produce el uso de redes y el tráfico de lanchas en la presencia/avistamiento de manatí.
- ❖ Identificar el daño causado por el desarrollo urbano.
- ❖ Desarrollar programas de educación ambiental para la gente de la comunidad
- ❖ Proteger los hábitats que se identificaron como prioritarios para el manatí.
- ❖ Dar seguimiento de los movimientos estacionales a lo largo de sus sitios y rutas de migración.
- ❖ Completar la información acerca de la descripción de los hábitos alimenticios del manatí, mediante la colecta de heces fecales que puedan ser analizadas en laboratorio.
- ❖ Evaluación de la contaminación del SLA.
- ❖ Realizar recorridos aéreos repetitivos para precisar los datos de la distribución y abundancia del manatí en el SLA.
- ❖ Usar técnicas de marcas satelitales para determinar movimientos y actividades diarias.
- ❖ Dar continuidad al estudio de los riesgos actuales que amenazan la especie, intentando determinar épocas y causas de mortalidad que afectan a los manatíes en la zona.
- ❖ Identificar los Impactos actuales y potenciales para el manatí y su hábitat.

## IX.-BIBLIOGRAFÍA

Augusta, C. 1992. Overview of Manatee Population and Preliminary Recommendations. Manatee Special Development Area. Manuscrito no paginado.

Auil, N. 1998. Belize Manatee Recovery Plan. UNDP/GEF Coastal Zone Management Project, BZE/92/G31, Belize/UNEP Caribbean Environment Programme, Kingst., Jamaica. 72 pp.

Axis-Arroyo, J.; Morales-Vela, B.; Torruco-Gómez, D.; Vega-Cendejas, M.E. 1998 Variables asociadas con el uso de hábitat del manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), en Quintana Roo, México (Mammalia). *Rev. Biol. Trop.*, **46**(3): 791-803

Bengtson, J. L. y D. Magor. 1979. A survey of manatees in Belize. *Journal of Mammalogy* 60(1):230-232.

Bengtson, J. L. y D. Magor. 1979. A survey of manatees in Belize. *Journal of Mammalogy*. **60**(1): 230-232.

Bengtson, J. L. 1983. Estimating food consumption of free-ranging manatees en Florida. *J. Wildl. Manage.* **47**: 1186-1192.

Best, R. C. 1981. Foods and feeding habits of wild and captive Sirenia. *Mammal Review* **11**(1): 3-29. 1981. Foods and feeding habits of wild and captive Sirenia. *Mammal Review* **11**(1):3-29.

Bermudez-Romero, A.L., Castelblanco-Martinez, D.N. y Trujillo-Gonzalez, F. 2004. Patrones de presencia y uso diferencia y uso del hábitat de *Trichechus manatus manatus* en el río Orinoco dentro de la zona de influencia de Puerto Carreño, Vichada. 133-158. *En* Estudios de fauna silvestre en ecosistemas acuáticos en la Orinoquia Colombiana Diazgranados, M.C. y Trujillo-González (Eds).. Fundación Cultural Javeriana de Artes Graficas, Bogota D.C.

Bertram, G. C. L. y C. K. R. Bertram. 1963. The status of manatees in the Guianas. *Oryx* **7**(2/3):127-135.

Borges, J.C.G., Araújo, P.G., Anzolin, D.G. y DE Miranda, G.E.C. 2008. Identificação de itens alimentares constituintes da dieta dos peixes-boi marinhos (*Trichechus manatus*) na região Nordeste do Brasil. *Biotemas*. **21**(2): 77-81.

Boyle, C. y J. Khan. 1993. National report on the status of the West Indian manatee population in Trinidad y Tobago. Brownell, R.L. y JR 1980. West Indian manatee recovery plan. U.S. Fish and Wildlife Service. Florida Department of Natural Resources and Florida Audubon Society 34p.

Buckland, ST, Anderson, DR, Burnham, KP, Laake, JL, Borchers, DL, y Thomas, L. (Eds.). (2004). *Avanzada distancia de muestreo*. Oxford: Oxford University Press.

Campbell, H. W. y D. Gicca. 1978. Reseña preliminar del estado actual y distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México, serie Zoología* **49**: 257-265.

Campbell, H. W. y B. Irvine. 1981. Manatee mortality during the unusually cold winter of 1976-1977, p 86-91. *In* R. L. Brownell & K. Ralls (eds.). *The West Indian Manatee in Florida*, Proc. Workshop, Florida Dep. Nat. Resour. Orlando, Florida, 27-29 March, 1978.

Castelblanco-Martínez, D.N., Morales-Vela, B., Hernandez-Arana, H. A. y Padilla-Saldival, J. 2009. Feeding habits of manates *Trichechus manatus manatus* at Chetumal Bay, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*. **7**(1-2): 39-46,

Castelblanco-Martínez, D.N., Aguilar, B. y Holguín, V.E. 2003. Uso del hábitat de manatí antillano *Trichechus manatus manatus* en el Magdalena Medio (Santander, Colombia). pág. 254-255 in VI Congreso de Ecología de Brasil. Fortaleza, Brasil.

Castelblanco-Martínez, D.N., Rosas, F.C. W., Bermudez, A. y Trujillo-González, T. 2003. Conservation status of the West indian manatee, *Trichechus manatus manatus* in the Middle Orinoco (Vichada, Colombia). Pág. 15-30 Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals North Carolina, USA.

Castelblanco-Martínez, D.N., Rosas, F.C. W., y Gómez-Comelo, I.V. 2004. El manatí antillano *Trichechus manatus manatus* en el río Orinoco (Vichada, Colombia) Ocurrencia y uso de hábitat durante una época seca. Pág 13 en 11da Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur. 5to Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos Quito, Ecuador.

Castelblanco, M.D., Gómez, C. I., Bermúdez, L.A., 2005. Ecología y conservación del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en zona comprendida entre Puerto Carreño, Colombia y Puerto Ayacucho, Venezuela. SIRENIAN INTERNATIONAL Venezuela. 44pp

Colmenero R. L. C., 1983. Los Refugios naturales: un Medio Eficaz para Proteger y Evaluar al Manatí *Trichechus manatus* en México. Men De la VII Reunión de la sociedad Mexicana de Estudios de Mamíferos Marinos A. C., México. 17 19p.

Colmenero-Rolón, L. C., y Hoz-Zavala, M. E. 1986. Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología **56**: 955-1020.

Colmenero R., L. del C., J. C. Azcarate C. y E. Zarate B. 1988. Estado y distribución del manatí en Quintana Roo. Informe final, Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Cancún, Quintana Roo. 159 pp.

Colmenero R., L.C. 1991. Propuesta de un plan de Recuperación para la Población del Manatí *Trichechus manatus* De México. México. 16pp

Colmenero R., L. del C. 1991. Propuesta de un plan de recuperación para la población del manatí *Trichechus manatus* de México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México, serie Zoología **62**(2): 203-218.

Domning, D.P. y L. C. Hayek. 1986. Interspecific and intraspecific morphological variation in manatees (Sirenia: *Trichechus*). Marine Mammal Science. **2**: 87-144

Douven, W. J. A. M., J. J. G. Buurman, and W. Kiswara. 2003. Spatial information for coastal zone management: the example of the Banten Bay seagrass ecosystem, Indonesia. *Ocean & Coastal Management* 46:615-634.

Duplaix, N. y H. A. Reichart. 1978. History, status and protection of the Caribbean manatee *Trichechus m. manatus* in Suriname. Rare Animal Relief Effort y United States Fish y Wildlife Service, informe no publicado. 23 pp + x append.

Espinoza-Avalos, J., Hernández-Arana, H.A., Álvarez-Legorreta, T., Quan-Young, L.I., Oliva-Rivera, J.J., Valdez-Hernández, M., Zavala-Mendoza, A., Cruz-Piñón, G., López, C.Y., Sepúlveda-Lozada, A., Worumference, P., Villegas-Castillo, A. y Tussenbroek, B.I.V. (2009) Vegetación acuática sumergida. Pages148-158 in Espinoza-Avalos, J., Islebe, G. y Hernández-Arana, H. (Eds) El sistema ecológico de la Bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar Caribe. El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México.

Etheridge, K. G.B. Rathbun, J. A. Powell & I. J. Kochman. 1985. Consumption of aquatic plants by the West Indian manatee. *J. Aquatic Plant Manage.* 23: 21-25.

Flores-Coto y Méndez-Vargas, 1982. Contribución al conocimiento del fitoplancton de la Laguna de Alvarado, Veracruz. *Anales del Instituto de ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México.* 9(1): 141-160.

Gicca, D. 1976. Mexican states of Quintana Roo, Yucatán, Campeche Tabasco. Chiapas and Veracruz Trip Report, Sept. 3-17 1976, U.S. Fish and wildidife Service. 9p.

Gicca,. D.1976. Manatee in México. Flight report. Aug. 27-Sept.11.1977. U.S. Fish and Wildife Service 6p

Gallivan, G. J. y R. C. Best. 1980. Metabolism and respiration of the Amazonian Manatee (*Trichechus inunguis*). *Physiological Zoology*. **53**(3): 245-253

Gómez-Camelo, I. V. 2004. Áreas de distribución y alimentación del manatí *Trichmanatus manatus*, en época de aguas altas, en la zona de influencia Carreño, Vichada, Colombia. Pregrado. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 88.

Hall, R. E. y Dalquest, W. W. 1963. The Mammals of Veracruz. University of Kansas Publications, Museum of Natural History. VolumeN 14, no. 14. pp. 165-362.

Hartman, D.S. 1979. Ecology and Behavior of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. American Society of Mammalogists Special Publication No. 5. 153 pp.

Husson, A. M. 1978. The mammals of Suriname. Zoölogische Monographiën van het Rijksmuseum van Natuurlijke Historie No. 2: 334-339 (Sirenia). E. J. Brill, Leiden.

Husar, S.L. 1977. The West indian mantee (*Trichechus mantus*). U.S. Fish and Wildlife Service. Wildl. Res Rept 7. Washington, D.C. 22p.

Husar, L.S. 1978. *Trichechus manatus*. Mammalian Species. 93:1-5p.

Hurst, L. A. 1987. The status and distribution of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*) in Jamaica, with an evaluation of the aquatic vegetation of Alligator Hole River. M.A. thesis, University of Florida, Gainesville. 170 pp.

INP/IIB. 2000. Caracterización de los Ecosistemas Lagunares Costeros. Universidad Veracruzana (Instituto de Investigaciones Biológicas), Instituto Nacional de Pesca (Centro Regional de Pesca Veracruz), Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Informe Técnico. 68 pp.

Irvine, A. B. 1983. Manatee metabolism and its influence on distribution in Florida. Biol. Conserv. **25**: 315-334.

Jiménez-Pérez, I. 1998. Variables de hábitat relacionadas con el uso de cursos de agua por el manatí antillano en el nordeste de Costa Rica y el sur de Nicaragua (Apéndice V) *En*: Plan de Acción para la Conservación del manatí en Costa Rica I. Jiménez-Pérez.. 95-119.

Jiménez, P. I. 2005. Actualización del Estado de Conservación del Manatí en el Noreste de Costa Rica: distribución, abundancia, amenazas y acciones de conservación. (1996-2005). Fundación Salvemos al Manatí de Costa Rica/FUNDAR. Costa Rica. 17pp.

Kochman, H. E., G. B. Rathbun, y J. A. Powell. 1985. Temporal and spatial distribution of manatees in Kings Bay, Crystal River, Florida. *Journal of Wildlife Management*. **49**(4): 921-924.

Ledder, D. A. 1986. Food habits of the West Indian Manatee, *Trichechus manatus latirostris*, in South Florida. M. Sc. Thesis. University of Miami, Coral Gables, Florida. 62 pp.

Lefebvre, L. W., T. J. O'Shea, G. B. Rathbun, y R. C. Best. 1989. Distribution, Status and Biogeography of the West Indian Manatee. pp. 567-610, C. A. Woods (Eds.). *Biogeography of the West Indies*. Sandhill Crane Press. Gainesville, Fl. 878 pp.

Lefebvre, L., Marmontel, M., Reid, J.P., Rathbun, G.B., Domning, D.P., 2001. Status and biogeography of the West Indian manatee. In: Woods, Ch.A., Sergile, F.E. (Eds.), Biogeography of the West Indies, Patterns and perspectives, second ed. CRC, Boca Raton, FL, pp. 425–474.

Lluch, B. D. 1965. Further notes on the biology of the manatee. Anal. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesquera. 1: 405-419.

Marmontel, M., Odell, D. K. y Reynolds, J. E. 1992. Reproductive biology of South American manatees. 295-312 295-312 In Hemlett, W. C. (Eds.) Reproductive biology of South American vertebrates. Springer-Veerlag, NY, Inc. New York, USA.

Marmontel, M. 1993. Age determination and population biology of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*. disertación para la obtención del Ph.D., University of Florida, Gainesville. 410 pp.

Maruri-García, A. 1997. El estado actual, las perspectivas de conservación y recuperación del manatí en el estado de Veracruz. Informe Técnico presentado en la 1ª. Reunión del Proyecto de Conservación del Manatí del Caribe en México. Xcaret, Q.R. Noviembre 1997. 6 pp.

Mondolfi, E. 1974. Taxonomy, distribution y status of the manatee in Venezuela. *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* **34**(97): 5-23.

Morales–Vela B.,L. D. Olivera- Gómez, P. Ramírez Garcia. 1996 Conservación de los manatís en la región del Caribe de México y Belice. *Inf Tec. No. MM01 CONACYTn9301* – 2017. Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo. 131p.

Morales-Vela, J. B. 2000. Distribución, abundancia y uso de hábitat por el manatí en Quintana Roo y Belice, con observaciones sobre su biología en la bahía de Chetumal, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 143 pp.

Morales-Vela, B; J. A. Padilla-Saldivar y A. A. Mignucci-Giannoni. 2003. Status of the Manatee (*Trichechus manatus*) along the Northern and Western Coasts of the Yucatán Peninsula, México. *Caribbean Journal of Science*. **39** (1): 42-49

Morrison, M.L.; Marcot, B.G. y Mannan, R.W. 1992. *Wilfe-Habitat relationships. Concepts y Application*. The university of Wisconsin Press. E.U. 343pp.

Mou Sue, L. L., D. H. Chen, R. K. Bonde, y T. J. O'Shea. 1990. Distribution y status of manatees (*Trichechus manatus*) in Panama. *Marine Mammal Science*. **6**(3): 234-241.

Morales V., B. y L. D. Olivera G. 1992. La Bahía de Chetumal y su importancia para el manatí en el Caribe mexicano. Trabajo presentado en la XVII Reunión Internacional para el Estudio de los mamíferos marinos. 21-25 abril 1992, La Paz, B.C.S., Mexico. 13 páginas sin numerar.

Olivera y Medellín, 2005. Distribution of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) as a function of habitat characteristics, in Bahía de Chetumal, México. ELSEVIER. 7pp.

Ortega –Argueta A. 1999. Situación actual y las perspectivas de conservación del manatí en el sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, México. Informe Técnico Preliminar presentado a la Dirección general de vida Silvestre, INE- SEMARNAT. Alvarado, Veracruz, 13p.

Ortega-Argueta A. 2000. Conservation activity on the Alvarado manatee population. *Sirenews*, Newsletter of the IUCN/SSC SireniaN Specialist Group **33**:14-15.

Ortega-Argueta, A. 2002. Evaluación del hábitat del manatí, *Trichechus manatus manatus*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. 60pp, México.

O' Shea, T. J., J. F. Morore & H. I. Kochman. 1984. Contaminant concentrations in manatees in Florida. *J. Wildl. Manage.* **48**: 741-748.

O'Shea, T. J., C. A. Beck, R. K. Bonde, H. I. Kochman, y D. K. Odell. 1985. An analysis of manatee mortality patterns in Florida, 1976-1981. *Journal of Wildlife Management* **49**:1-11.

O'Shea, T.J., M. Correa-Viana, M.E. Ludlow, y Robinson, J.G. 1988. Distribution, status and traditional significance of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in Venezuela. *Biological Conservation* **46**:281-301.

O'Shea, T. J. 1992. Florida manatee *Trichechus manatus latirostris*. Pp. 190-200 *in*.S. R. Humphery, (ed) Rare y Endangered Biota of Florida. Volume I. Mammals, University Press of Florida. 392 pp

O'Shea, T.J., B.B. Ackerman, and H.F. Percival. 1995. Introduction, *In* T. J. O'Shea, et al., eds. Population of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technical Report 1.

Packard, J.M, G.B.Rabthbun y D.P. Domining. 1984. Sea cows and manatees. *In*: MacDonal (ed). The encyclopedia of mammals. Facts on file Publications, New York.

Packard, J. M. y O. F. Weterqvist. 1986. Evaluation of manatee habitat systems on the northeastern coast of Florida. Coastal zone Management Journal. **14**: 279-309.

PNUMA: Plan de Manejo Regional para el Manatí Antillano, *Trichechus manatus*. Informe Técnico del PAC No. 35. Programa Ambiental del Caribe del PNUMA, Kingston, Jamaica, 1995.

PNUMA-UNA Heredia, C. R.-Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre.

Jiménez, I. 2000. Los manatíes del río San Juan y los Canales de Tortuguero: ecología y conservación. Amigos de la Tierra. San José, Costa Rica. 120 pp.

Portilla-Ochoa, E.; Sánchez-Hernández, A. I.; Juárez-Eusebio, A. 2003. Conservación de la Biodiversidad y Manejo de Recurso Naturales es Humedales Costeros de Veracruz: El Caso de Alcadaro. En (J. Manzo, Ed.) Neuroetología: La década del Cerebro y la conducta Animal. Universidad Veracruzana.16pp.

Portilla-Ochoa, E. 2003. Ficha Informativa de los Humedales de RAMSAR (FIR) Instituto de Investigaciones Biológicas. Veracruz, México. 17pp.

Powell., J.A. JR 1977. Flight report of the Southeastern of México. Sep.1977.

Powell, J.A. 1978. Evidence of carnivory in manatees (*Trichechus manatus*). Journal of Mammalogy. **59**: 442.

Powell, J. A. y G. B. Rathbun. 1984. Distribution y abundance of manatees along the northern coast of the Gulf of Mexico. Northeast Gulf Science. **7**:1-28.

Quan-Young, L.I., Jiménez-Flores, S.G. y Espinoza-Ávalos, J. 2006 Flora béntica y reproducción de las algas Batophora spp. (Chlorophyta: Dasycladaceae) de una laguna costera contaminada (Bahía de Chetumal, México). Revista de Biología Tropical. **54**(2): 341-355.

Quintana-rizzo, E y Reynolds, J.E. 2007. Plan de manejo Regional para el manatí antillano. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 185pp.

Rathbun, G. B., J. A. Powell, y G. Cruz. 1983. Status of the West Indian manatee in Honduras. *Biological Conservation*. **26**:301-308.

Reynolds, J. E. 1981. Behavior patterns in the West Indian manatee, with emphasis on feeding and diving. *Florida Sci.* **44**: 233-242.

Reynolds, J. E. & J. R. Wilcox. 1986. Distribution and abundance of the West Indian manatee *Trichechus manatus* round selected Florida power plants following winter cold fronts: 1984-1985. *Biol. Conserv.* **38**: 103-113.

Reynolds III, J.E. y odell, D. K. 1991 *Manatees and Dugongs*. Editorial Fact on file. N.Y., E.U.A. 192pp.

Reynolds III, J.E., W.A. Szelitowsky y León, M.A. 1995. Status and conservation of manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Costa Rica. *Biological Conservation* **71**: 193-196.

Reddy LM, Dierauf LA, Gulland FMD. 2001. Marine mammals as sentinels of ocean health. In: CRC Handbook of Marine Mammal Medicine, 2nd edition. Dierauf LA, Gulland FMD (editors), Boca Raton, FL: CRC Press. pp 3–13

Rodas-Trejo, J., Romero-Berny, E. I. and 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* 4: 321-333.

Rose, P. M. 1985. The West Indian Manatee, p. 540-547 *In* National Audubon Soc. Audubon Wildl. Rep. 1985., Nueva York, Nueva York.

Shane, S. H. 1981. Abundance, distribution and use of power plant effluents by manatee (*Trichechus manatus*) p. 1-24. *In* Florida. U. S. Fish and Wildl. Service, Nat. Fish and Wildl. Lab. (ed.). Brevard County. Service Prepared for Florida Power & Light Co. Contract No. 31534-82511. NTIS Pub. No. Pb 81-147019.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. Tlalpan, D.F. 54p.  
<http://www.semarnat.gob.mx>

Serrano, A., García-Jiménez; J.A. y González- Gandara, G.C. 2007. Has the manatee (*Trichechus manatus*) disappeared from Northern coast of the state of Veracruz, Mexico? *LAJAM*. **6**: 109-112.

Thomas, L., Williams, R. y Sandilands, D. (2007) Designing line transect surveys for complex survey regions. *Journal of Cetacean Research and Management*, 9, 1–13.

UICN. (2001). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 pp.

Villalobos, A., S. Gómez, V. Arenas, J. Cabrera, G. de la Lanza y F. Manrique, 1975. Estudios hidrológicos en la Laguna de Alvarado (febrero-agosto, 1966). *Anales del Instituto de biología. Universidad Nacional Autónoma de México*. **46** (1): 1-34.

Whitehead, P. J. P. 1977. The former southern distribution of New World manatees (*Trichechus* spp.). *Biological Journal of the Linnean Society*. **9**:165-189.

# ANEXOS





# Especie	Familia	Nombre Científico	Nombre Vernáculo	% Mención
1**	Poaceae	<i>Paspalum fasciculatum</i> Willd. Ex Flugge	Gramalote/Gramelote/Paja Chiguire	74,39
2**	Poaceae	<i>Paspalum repens</i> P. J. Bergius	Paja de agua	60,98
3**	Cyperaceae	<i>Eleocharis retroflexa</i> (Poir.) Um.	Arizo	15,86
4**	Polygonaceae	<i>Coccoloba ovata</i> Benth.	Limo 1	15,86
5*	Asteraceae	<i>Mikania</i> spp.	Guaco/Bejuco guaquillo/Guaquillo	12,20
6*	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Bora/Bore/Boro/Buchón	12,20
7*	Parkeriaceae	<i>Ceratopteris talictroides</i>	Bora/Bore/Boro/Buchón	10,98
8*	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Bora/Bore/Boro/Buchón	10,98
9*	Asteraceae	<i>Tessaria interglifolia</i> R. & P.	Sauce	7,32
10*	Poaceae	Cf. <i>Paspalum</i> sp.	Paja Peluda/Grama peluda/Paja manatiza	6,09
11**	Plagiogchilaceae	<i>Plagiogchila aerea</i> Taylo	Limo 2	4,88
12**	Cucurbitaceae	<i>Rynchosyris carthaginensis</i> (Jacq.) O. Kuntze	Camasillo/Camesillo/Canastillo	4,88
13**	Euphorbiaceae	<i>Aichornea castaneifolia</i> (Willd.) A. Juss.	Mangle	4,87
14*	Poaceae	<i>Echinochloa polystachya</i>	Pasto Alemán/Gramalote espinoso/Lama espinoso	3,66
15**	Asclepiadeaceae	<i>Funastrum clausum</i> (Jacq.) Schltr.	Bejuco del diablo	2,44
16*	Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Arrocillo	2,44
17	Poaceae (?)	<i>Aristida venezueliae</i> (?)	Rabo de zorro	2,44
18	(indet.)	(indet.)	Yaguacil	1,22
19	Nyctaginaceae (?)	<i>Boerhaavia</i> sp. (?)	Tostón	1,22
20*	Poaceae	<i>Eriochloa</i> sp.	Pasto parada	1,22
21**	Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	Pierdevega	1,22
22*	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	Guamo	1,22
23*	Verbenaceae	<i>Lantana</i> sp.	Mejorana	1,22
24*	Poaceae	<i>Leersia hexandra</i> Sw.	Lambedora/Lamedora	1,22
25*	Onagraceae	<i>Ludwigia cf. hysopifolia</i> (G. Don.) Exell.	Clavito	1,22
26*	Caesalpinaceae	<i>Macrobium acacifolium</i>	Arepito	1,22
27	Mimosaceae (?)	<i>Mimosa</i> sp. (?)	Dormidera	1,22
28	Poaceae	<i>Paratheria prostrata</i> (?)	Paja carretera/Pasto carretero	1,22
29	Myrtaceae (?)	<i>Psidium friedrichsthalium</i> (?)	Guayaba de agua	1,22
30*	Flacourtiaceae	<i>Xyloma</i> sp.	Chinchorro	1,22
31**	Euphorbiaceae	<i>Caperonia castaneifolia</i> (L.) A. St.-Hil	Tabaquillo	1,22
32*	Capparidaceae	<i>Cleome cf. parviflora</i> H.B.K.	Barbasquillo	1,22
33**	Binoniaceae	<i>Clystostoma binatum</i> (Thun.) Sandwich	Bejuco flor morada	1,22
34**	Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i>	Pasto flor blanca	1,22
35*	Onagraceae	<i>Ludwigia sedoides</i> (H. & B.) Hara	Bora/Bore/Boro/Buchón	1,22
36*	Pasifloraceae	<i>Pasiflora cf. misera</i> Kunth.	Bejuco toninito	1,22
37*	Pontederiaceae	<i>Pontederia</i> sp.	Bora/Bore/Boro/Buchón	1,22
38**	Salviniaceae	<i>Salvinia radula</i> Baker	Bora/Bore/Boro/Buchón	1,22
39**	Solanaceae	<i>Solanum monachophyllum</i> Dunal	Arestin	1,22
40**	Lentibulariaceae	<i>Utricularia foliosa</i> L.	Bora flor amarilla	1,22
41	(sin ident)	(sin ident)	Limo 3	1,22
42	(sin ident)	(sin ident)	Limo 4	1,22

Anexo 3. Tabla de la vegetación encontrada en la Bahía de Chetumal